

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Цифровая энергетика»

**АНАЛИЗ АВАРИЙНОГО ПРОЦЕССА ПО ОСЦИЛЛОГРАММЕ  
РЕГИСТРАТОРА АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ АУРА**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по курсу «Автоматизация и цифровые технологии в электроэнергетике»  
для студентов направления 13.04.02

Курган 2024

Кафедра: «Цифровая энергетика».

Дисциплина: «Автоматизация и цифровые технологии в электроэнергетике».

Составил: старший преподаватель Д. Н. Шестаков.

Печатается в соответствии с планом издания, утвержденным методическим советом университета «28» декабря 2023 г.

Утверждены на заседании кафедры «06» сентября 2024 г.

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Выполнить анализ аварийного процесса по осциллограмме регистратора аварийных событий «АУРА».

1.2 Научиться по осциллограмме аварийных событий определять вид сработавших устройств релейной защиты и время отключения повреждения.

## 2 ЗАДАНИЕ

2.1 Произвести замеры показателей аварийного режима по осциллограмме АУРА.

2.2 Определить вид короткого замыкания и время отключения повреждения с каждой стороны линии электропередач.

2.3 Составить отчет.

2.4 Ответить на контрольные вопросы.

## 3 ВВЕДЕНИЕ

За время существования линий электропередач (ЛЭП) было разработано достаточно способов анализа аварийных ситуаций на них. Регистратор аварийных процессов является одним из элементов автоматизированных систем контроля и управления энергообъектами.

Прибор подключается к датчикам системы релейной защиты и автоматики, на которых отражаются в определенном масштабе параметры напряжений и токов, протекающих в цепях агрегатов и ЛЭП.

Одним из устройств регистрации аварийных событий, применяемых в электроэнергетике, является программно-технический комплекс (ПТК) «АУРА» компании ООО «СВЕЙ» г. Екатеринбург.

Данный программно-технический комплекс включает в себя системный блок на базе промышленного компьютера, системное ПО, измерительные преобразователи, коммуникационное оборудование.

Принцип работы и подробное описание ПТК «АУРА» приведены в источниках, указанных в списке рекомендуемой литературы.

Одной из программ, работающей с аварийным регистратором, является программа анализа аварийной ситуации Aura2000.exe, определяющая основные параметры аварийного процесса.

Aura2000.exe – программа обработки аварийных файлов, которая обеспечивает их просмотр и анализ, распечатку осциллограмм на принтере.

Порядок работы с программой анализа аварийной ситуации Aura2000 приведен в методических указаниях к выполнению лабораторной работы «Обработка файлов аварийных событий в программе AURA2000».

## 4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Изучить порядок работы с программой анализа аварийной ситуации Aura2000.

Для начала работы запустите Aura2000.exe.

Для открытия файла аварии нажмите кнопку . Для того чтобы работала функция определения места повреждения на линиях (ОМП), необходимо указать путь доступа к файлам описания параметров линий, используя пункты меню Установки – Каталоги – Параметры линий (\*.gx).

Для отображения осциллограммы канала необходимо, передвигаясь по дереву списка каналов при помощи мышки или клавиатуры, выбрать нужный канал и «перетащить» его в окно просмотра (рисунок 1). То же самое получите, нажав клавишу Ins.

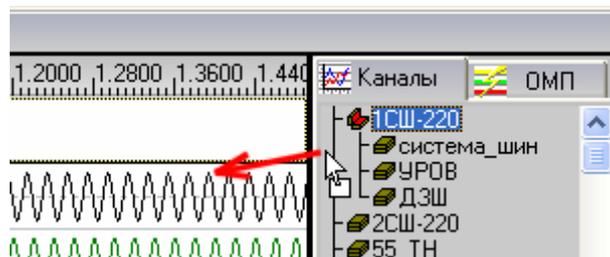


Рисунок 1 – Отображение каналов осциллограммы «АУРА»

Главное меню программы в разделе «Файлы» позволяет при нажатии

- Открыть – выбрать и открыть файл аварии;
- Добавить – добавить к уже открытому файлу еще один для совместного просмотра.

### Назначение кнопок на панели инструментов



- Скрыть/показать главное меню программы.



- Открыть файл.



- Получить текстовый отчет. Программа производит ОМП с определением типа и места повреждения для линий, производит поиск работавших дискретных каналов.



- Поиск аномалий в файле. Программа обнаруживает отклонения величин аналоговых сигналов от нормальных, изменения состояния дискретных каналов и помещает их в окно просмотра.

 - Сдвинуть осциллограммы одного регистратора при совместном просмотре влево.

 - Сдвинуть осциллограммы одного регистратора при совместном просмотре вправо.

 - Повернуть фазу осциллограммы одного регистратора при совместном просмотре в плюс.

 - Повернуть фазу осциллограммы одного регистратора при совместном просмотре в минус.

 - Растянуть осциллограммы по горизонтали.

 - Сжать осциллограммы по горизонтали.

 - Увеличить размер осциллограмм по вертикали.

 - Уменьшить размер осциллограмм по вертикали.

 - Удалить осциллограмму выбранного канала из окна просмотра.

 - Удалить осциллограммы всех каналов из окна просмотра.

 - Ручное масштабирование канала. Применяется в длинных файлах при ошибках автоматического масштабирования.

 - Вставить измерения действующих значений и фазы по месту визира во все каналы. Применяется при подготовке к печати.

 - Вставить измерение действующего значения и фазы по месту визира в выбранный канал. Применяется при подготовке к печати.

 - Вставить измерение частоты по месту визира в выбранный канал. Применяется при подготовке к печати.

 - Вставить метку времени по месту визира во все каналы. Применяется при подготовке к печати.



- Вставить метку времени по месту визира в выбранный канал. Применяется при подготовке к печати.



- Вставить замер интервала времени в выбранный канал. Применяется при подготовке к печати.



- Удаление вставленных измерений по отдельности.



- Удаление всех вставленных измерений.



- Вызов окна векторных диаграмм.



- Вызов окна спектрального анализа.



- Вызов окна годографа.



- Копировать окно просмотра в буфер обмена.

### **Просмотр осциллограмм**

Для просмотра файла аварийного процесса откройте файл, выбрав пункт меню **Файлы...Открыть** или нажав быструю кнопку на панели инструментов.

После загрузки файла на правой панели появится список каналов, имеющий древовидную структуру, в которой присоединения и группы представлены в виде папок. Открываются и закрываются папки двойным щелчком левой кнопки мыши. Для отображения списка каналов в виде таблицы нажмите кнопку **внизу**. Список можно отсортировать по номерам каналов, по названию каналов, по группам, по присоединениям. Для получения осциллограммы одного или нескольких каналов необходимо, передвигаясь по списку каналов при помощи мышки или клавиатуры, выбрать нужный канал (группу) и отбуксировать его в окно просмотра. То же самое получите, нажав клавишу **Ins**.

Удалить канал из окна просмотра можно, нажав клавишу **Del** на выбранной осциллограмме или отбуксировав ее при помощи мыши обратно на список каналов.

Окно просмотра осциллограмм – это таблица из трех колонок. В первой выводятся полные названия каналов и размерность аналоговых величин. Во второй – текущее, действующее значение и фаза аналоговых величин. В третьей отрисовываются осциллограммы каналов, здесь же помещен визир в виде двух вертикальных линий, который перемещается мышкой. Все измерения производятся по левой линии визира. Над таблицей размещены три кнопки прокрутки, шкала времени и метка времени положения визира. В нижнем левом углу выводится измерение частоты по выбранному каналу.

Пример осциллограммы приведен на рисунке 2.

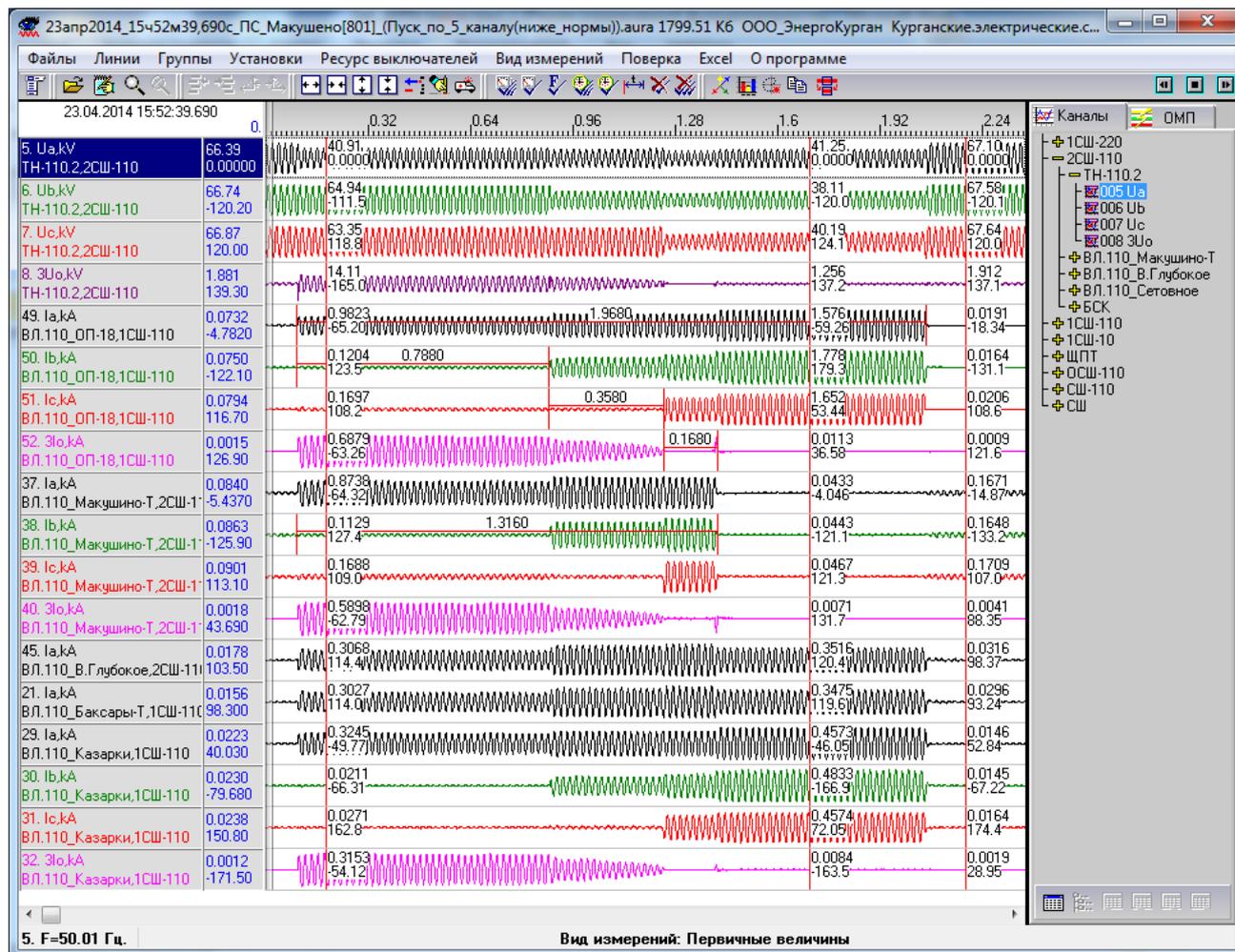


Рисунок 2 – Пример осциллограммы устройства АУРА

Для измерения интервала времени установите визир в начальную точку,

нажмите кнопку  на панели инструментов, переместите визир на конечную

точку, еще раз нажмите кнопку .

Режим ОМП обеспечивает определение места повреждения на линиях, контролируемых устройством. Поместите визир на аварийный процесс – внизу прочтете тип короткого замыкания и расстояние до места повреждения.

### Векторная диаграмма

Откройте окно векторной диаграммы, нажав кнопку  на панели инструментов, захватите нужную осциллограмму в окне просмотра и перетащите ее на векторную диаграмму или, выбрав осциллограмму, нажмите клавишу «Ins». Для удаления вектора захватите его за название и перетащите обратно на окно просмотра или нажмите Del. Для выбора вектора щелкните на его названии. В строке под диаграммой выводятся параметры выбранного вектора.

Функциональные кнопки позволяют сделать выбранный вектор опорным, удалить вектор, очистить диаграмму, вывести векторы симметричных составляющих трехфазных систем напряжений или токов.

Если поставить отметку По центру, то начало координат устанавливается в центре окна диаграммы, в противном случае смещается для равномерного распределения графики в окне. Если установлена отметка «Лин. Вект.», то программа пытается строить векторы линейных напряжений и токов в виде треугольника. Линейные векторы опознаются по названию ( $U_{ab}$ ,  $U_{bc}$ ,  $U_{ca}$ ,  $I_{ab}$ ,  $I_{bc}$ ,  $I_{ca}$ ).

Пример векторной диаграммы приведен на рисунке 3.

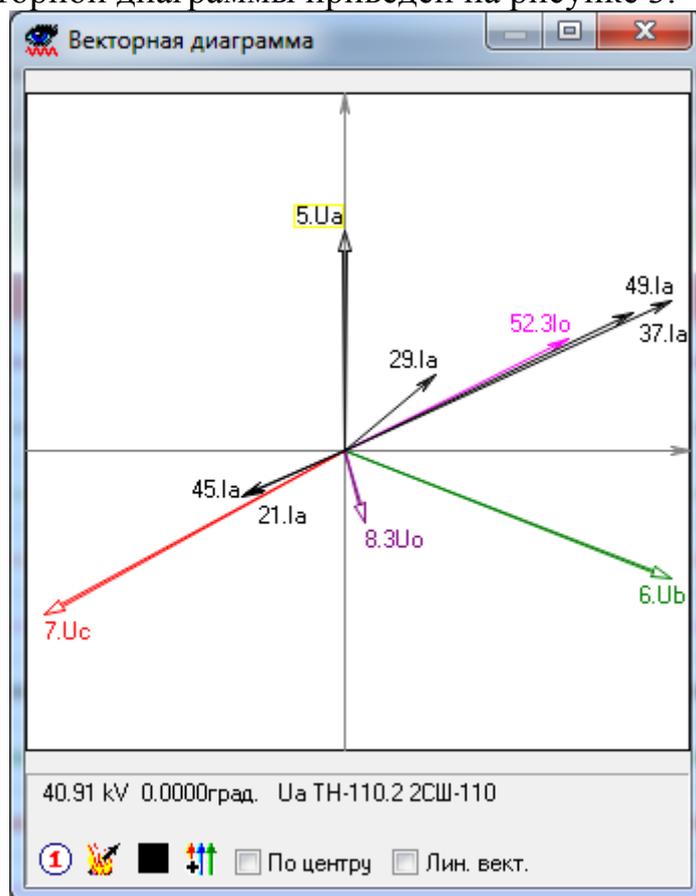


Рисунок 3 – Пример векторной диаграммы устройства «АУРА»

### Печать осциллограмм и векторных диаграмм

Вставьте в осциллограмму необходимые измерения, используя функцио-

нальные кнопки .

Выберите пункт меню Файлы...Печать. В открывшемся окне сделайте необходимые установки печати и принтера. Для предварительного просмотра перед началом печати нажмите кнопку просмотр. Векторные диаграммы печатаются на свободном месте под осциллограммами. Количество векторных диаграмм, выводимых на печать, определяется количеством вставленных измерений.

## Получение текстовых отчетов по аварийным файлам

Вызов текстового отчета по загруженному файлу аварии производится



нажатием кнопки на панели инструментов. Возможны три варианта настройки текстового отчета:

- по умолчанию;
- используя общие настройки;
- программируемый отчет.

При составлении текстового отчета программа проверяет наличие файлов, содержащих алгоритмы обработки аварийных файлов .dis. Путь доступа к файлам .dis устанавливается из пункта меню Установки – Каталоги – Текстовый отчет (\*.rpt, \*.dis).

Если файлы \*.dis не обнаружены, программа переходит в стандартный режим обработки аварийных файлов. Этот режим предусматривает определение места повреждения на линиях и вывод в отчет последовательности работы всех дискретных сигналов.

## 5 СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА

В соответствии с вариантом, указанным преподавателем, по таблице 1 выбрать каталог с аварийными файлами и выполнить их анализ.

Отчет должен содержать:

- название каталога с файлами аварии;
- вид короткого замыкания (КЗ);
- длительность короткого замыкания ;
- на какой линии произошла авария;
- длину линии, на которой произошло повреждение;
- на каком километре произошла авария;
- $3U_0$  и  $3I_0$  в момент аварии;
- заполнить таблицу 2;
- изобразить векторную диаграмму.

Таблица 1 – Варианты каталогов с аварийными файлами устройства АУРА

Вариант	Название каталога с аварийными файлами
1	2014-04-24_ насыщение ТТ
2	2014-06-06_ с двух сторон
3	2014-06-12_ с двух сторон
4	2014-06-19_ с двух сторон
5	2014-06-24_ 17-38_ добавить
6	2014-06-24_ 20-09_ добавить
7	2014-07-17_ 14-59_ добавить
8	2014-07-17_ 15-01_ добавить
9	2014-07-18_ добаваить
10	2014-07-21_ добавить

Таблица 2 – Токи и напряжения в момент времени

	До аварии	Во время аварии	После аварии
$U_a$ , кВ			
$U_b$ , кВ			
$U_c$ , кВ			
$3U_0$ , кВ			
$I_a$ , кА			
$I_b$ , кА			
$I_c$ , кА			
$3I_0$ , кА			

**Пример отчета:**

- название каталога с файлами аварии: 2014-04-23\_переход;
- анализ файла аварии (рисунок 2) и векторной диаграммы (рисунок 3) показал, что повреждение произошло на присоединении ВЛ-110 ОП-18 (наибольший ток по всем отходящим присоединениям);
- вид КЗ – однофазное КЗ (АО) в течение 0,788 с, затем повреждение перешло в двухфазное КЗ на землю (АВО) в течение 0,358 с, после чего короткое замыкание стало трехфазным (АВС);
- через 1,316 с от начала КЗ происходит резкое снижение тока по присоединению ВЛ-110 Макушино-Т, следовательно, произошло отключение КЗ с противоположной стороны от ВЛ-110 ОП-18;
- через 1,968 с от начала КЗ происходит отключение КЗ со стороны присоединения ВЛ-110 ОП-18;
- общая длительность повреждения 1,968 с;
- авария произошла на линии ВЛ-110 кВ Макушино – ОП-18 – Сибирская;
- длина линии – 53,74 км;
- авария произошла на расстоянии 51,5 км от ПС 110 кВ Макушино (по расчетам ОМП);
- токи и напряжения по фазам до аварии, во время аварии и после аварии приведены в таблице 3;
- $3U_0 = 14,11$  кВ и  $3I_0 = 0,688$  кА в момент аварии.

Таблица 3 – Токи и напряжения в момент времени

	До аварии	Во время аварии	После аварии
$U_a$ , кВ	66,39	40,91	67,10
$U_b$ , кВ	66,74	64,94	67,58
$U_c$ , кВ	66,87	63,35	67,64
$3U_0$ , кВ	1,881	14,11	1,912
$I_a$ , кА	0,0732	0,9823	0,0191
$I_b$ , кА	0,0750	0,1204	0,0164
$I_c$ , кА	0,0794	0,1697	0,0206
$3I_0$ , кА	0,0015	0,6879	0,0009

## Контрольные вопросы

- 1 Каким образом добавить к уже открытому файлу еще один для совместного просмотра?
- 2 Какими способами можно добавить канал в окно просмотра?
- 3 Какими способами можно удалить канал из окна просмотра?
- 4 Где можно увидеть частоту сигнала по выбранному каналу?
- 5 Как измерить интервал времени по выбранному каналу?

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Обработка файлов аварийных событий в программе AURA2000. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для студентов направления 13.03.02/ сост. Д. Н. Шестаков. – Курган : Изд-во КГУ, 2024г. – 21с .: ил. – Доступ из ЭБС КГУ (дата обращения: 07.05.2024).

2 Сайт компании ООО «СВЕЙ»: офиц. сайт. – URL: <https://www.aura-e.ru/> (дата обращения: 04.09.2024).

3 Комплексы программно-технические «АУРА». Руководство оператора. – URL: [https://www.aura-e.ru/files/Aura\\_OperatorManual.pdf](https://www.aura-e.ru/files/Aura_OperatorManual.pdf) (дата обращения: 04.09.2024).

4 Регистраторы аварийных событий Аура-07 – URL: [http://ruselectro.su/shop/ras/index.php?ELEMENT\\_ID=4767](http://ruselectro.su/shop/ras/index.php?ELEMENT_ID=4767) (дата обращения: 04.09.2024).

Шестаков Дмитрий Николаевич

АНАЛИЗ АВАРИЙНОГО ПРОЦЕССА ПО ОСЦИЛЛОГРАММЕ  
РЕГИСТРАТОРА АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ АУРА

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по курсу «Автоматизация и цифровые технологии в электроэнергетике»  
для студентов направления 13.04.02

Редактор О. Г. Алексеева

---

Подписано в печать 16.10.2024

Формат 60×84 1/16

Бумага 80 г/м<sup>2</sup>

Печать цифровая

Усл. печ. л. 0,75

Уч.-изд. л. 0,75

Заказ 44

Тираж 25

---

Библиотечно-издательский центр КГУ.

640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.

Курганский государственный университет.