

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СНИИП-АСКУР»

ДЛЯ АЭС

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА (САКОР-320)
ПО «ДИАНА_М»
РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА**

Листов 27

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Общие сведения	4
1.1 Назначение программы	4
1.2 Сведения о технических и программных средствах	4
1.3 Подготовка исходных данных	7
2 Перечень входных датчиков для работы ПО «ДИАНА_М»	8
2.1 Перечень датчиков перемещения на ПГ	8
2.2 Перечень дополнительных датчиков, используемых для контроля перемещения ПГ	9
3 Работа с программным обеспечением «ДИАНА_М»	13
3.1 Требования для штатного функционирования ПО «ДИАНА_М»	13
3.2 Выполнение ПО «ДИАНА_М»	13
3.3 Вывод результатов расчета	16
4 Перечень выходных сигналов	17
5 Порядок приемки и испытаний	23
Перечень сокращений	24
Список литературы	25
Ссылочные нормативные документы	26
Лист регистрации изменений	27

ВВЕДЕНИЕ

ПО «ДИАНА_М» поставляется на Балаковскую АЭС в составе системы автоматизированного контроля остаточного ресурса (САКОР) в соответствии с требованиями /1/ и устанавливается организацией-разработчиком на вычислительный комплекс (ВК) САКОР-320.

В настоящем руководстве приведены основные сведения, необходимые для эксплуатации ПО «ДИАНА_М». Рассмотрено назначение и функции программы, приведены входные и выходные параметры, а также сообщения оператору.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Назначение программы

1.1.1 Диагностическое ПО «ДИАНА_М» поставляется на Балаковскую АЭС в составе системы автоматизированного контроля остаточного ресурса и устанавливается организацией-разработчиком на ВК САКОР-320. ПО «ДИАНА_М» предназначено своевременного обнаружения недопустимых реальных тепловых перемещений главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) и соединительного трубопровода (СТ) с выдачей диагностических параметров. Данная функция выполняется в автоматическом «on-line» режиме.

1.1.2 ПО «ДИАНА_М» производит расчет перемещения корпусов ПГ 1-4 и ГЦН 1-4 по показаниям датчиков перемещения на гидроамортизаторах в режиме «on-line». По окончании расчета проводится сравнение с допустимыми значениями критериальных параметров и формирование диагностического сигнала.

1.1.3 Результаты расчетов, выполненных диагностическим ПО «ДИАНА_М», могут использоваться в режиме «off-line» для выявления причин непроектных перемещений оборудования РУ. Для удобства экспертного анализа перемещений оборудования и трубопроводов выходные файлы ПО «ДИАНА_М» могут быть просмотрены графическим модулем (сервисное ПО «ДИАНА_С»), расположенным на ПК САКОР-320.

1.2 Сведения о технических и программных средствах

1.2.1 Программное обеспечение «ДИАНА_М» для энергоблока № 2 Балаковской АЭС устанавливается на два системных блока (СБ) системы контроля тепловых перемещений (СКТП) ПГ из состава ВК САКОР-320. При необходимости выходные параметры, в том числе графические, отображаются на пульте ВК САКОР-320.

ВК САКОР-320 выполнен на базе серверного вычислительного устройства СВУ-08Р-06, в виде шкафа компоновочного, включающего три системных блока в промышленном исполнении, 2 источника бесперебойного питания, коммутатор информационной сети, и предустановленным системным программным обеспечением на базе CentOS 6.5.

Основные технические характеристики СВУ и СК, приведены в таблицах 1 и 2. СВУ имеет возможность удаленного конфигурирования с использованием встроенных технологических каналов.

Таблица 1 – Основные технические характеристики СВУ-08Р-06

Характеристика устройств	Значение	
	СБ СКТП ПГ	СБ САКОР
Количество системных блоков, шт.	2	1
Количество процессоров (Intel) в системном блоке, шт.	2	2
Количество ядер процессора, шт.	4	4
Частота процессора, ГГц	2,4	2,4
Объем кэш-памяти, Мб, не менее	8,0	8,0
Объем ОЗУ в системном блоке, Гб	6,0	6,0
Объем видео памяти, Мб	32	32
Общее количество НЖМД в системном блоке, шт.	4	4
Тип RAID-массива в системном блоке	RAID 10 (зеркальный)	RAID 10 (зеркальный)
Объем памяти на одном НЖМД, Гб	300	300
Объем памяти в RAID-массиве, Гб	600	600
Устройство считывания/записи накопителей DVD-RW в системном блоке	1	1
Количество внешних информационных линий связи 100 Base-TX в системном блоке, шт.	4	4
Внешние интерфейсы системного блока, шт.:		
– USB 2.0	3	3
– видео (SVGA)	1	1
– клавиатура, PS/2	1	1
– манипулятор (мышь), PS/2	1	1
Количество и мощность источника бесперебойного питания, В•А	2×1500	
Время автономной работы от источников бесперебойного питания, мин	10	

Пульт ВК САКОР на базе СК-09П, выполнен в виде монтажного стола, на котором размещаются промышленный сейсмо-виброустойчивый монитор, клавиатура, манипулятор мышь.

Таблица 2 – Основные технические характеристики СК-09П

Характеристика устройств	Значение
Максимальное поддерживаемое разрешение экрана монитора (ширина x высота), точек, не менее	1280 x 1024
Размер экрана по диагонали, дюйм, не менее	19
Цветовая палитра видеоизображения (True color), бит, не менее	24

В состав САКОР-320 входит ПК САКОР с предустановленным СПО MS Windows 10 Home (64-разрядное) с принтером HP Color Laser Jet Pro CP1025, с основными техническими характеристиками, приведенными в таблице 3. В комплект входит оптическая мышь HP с интерфейсом подключения – USB.

Таблица 3 – Технические характеристики ПК САКОР

Параметр	Значение
Процессор	Intel «Core i5» (не менее 1.6 ГГц) (или аналог)
Оперативная память	не менее 2GB DDR3
Жесткий диск	емкость не менее 1000 ГБ
Видеокарта	память не менее 1 Гб
Монитор	не менее 15,6”
Устройство считывания / записи накопителей	3xUSB (3.0), DVD±RW

1.2.2 Размещение диагностического ПО «ДИАНА_М» на ВК САКОР-320 проводится организацией-разработчиком при установке ПО «on-line» приема передачи данных.

1.2.3 Рассчитанные параметры перемещения горячего и холодного патрубка главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) на парогенераторе (ПГ), угол поворота ПГ вокруг вертикальной оси и перемещения ГЦН передаются в ПО приема – передачи данных для их дальнейшего отображения в режиме «on-line» на видеокадрах критериальных параметров и видеокадрах перемещения ГЦК, устанавливаемых на ВК САКОР-320 и ПК БЦУ. По окончании каждого дня формируются выходные файлы с результатами расчетов и зафиксированными диагностическими событиями.

1.3 Подготовка исходных данных

1.3.1 Общая структура организации сбора и передачи информации на ВК САКОР-320, необходимой для выполнения ПО «ДИАНА_М» своих функций представлена на рисунке 1. На схеме стрелками указаны кабели коммуникационной связи между системами.

1.3.2 ПО «ДИАНА-М», предназначенное для «on-line» расчета перемещений ПГ и ГЦН, видеокдры изменения критериальных параметров перемещений ПГ и видеокдры перемещения ГЦК, расположены на двух СБ СКТП ПГ и работают в параллельном режиме. Видеокдры также размещаются на ПК БЩУ.



Рисунок 1 – Принципиальная схема передачи информации на ВК САКОР-320

2 ПЕРЕЧЕНЬ ВХОДНЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ РАБОТЫ ПО «ДИАНА_М»

2.1 Перечень датчиков перемещения на ПГ

2.1.1 Для выполнения ПО «ДИАНА_М» функции расчета реальных перемещений корпусов ПГ, оценки их достоверности и расчета критериальных параметров нагруженности, по которым выявляют отклонение от допустимых значений, используются датчики перемещения гидроамортизаторов на ПГ и ГЦН, а также датчики температурного контроля ГЦТ и давления первого контура.

В таблице 4 приведен перечень датчиков перемещения гидроамортизаторов на ПГ 1-4, получаемых ПО «ДИАНА_М» от УИИ, предназначенных для функции расчета реальных перемещений корпусов ПГ.

Таблица 4 – Перечень сигналов от датчиков перемещения гидроамортизаторов на ПГ 1-4

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор	Размерность
1	Перемещения гидроамортизатора № 1 на ПГ № 1	YB10G61B1	мм
2	Перемещения гидроамортизатора № 2 на ПГ № 1	YB10G62B1	мм
3	Перемещения гидроамортизатора № 3 на ПГ № 1	YB10G63B1	мм
4	Перемещения гидроамортизатора № 4 на ПГ № 1	YB10G64B1	мм
5	Перемещения гидроамортизатора № 5 на ПГ № 1	YB10G65B1	мм
6	Перемещения гидроамортизатора № 6 на ПГ № 1	YB10G66B1	мм
7	Перемещения гидроамортизатора № 7 на ПГ № 1	YB10G67B1	мм
8	Перемещения гидроамортизатора № 8 на ПГ № 1	YB10G68B1	мм
9	Перемещения гидроамортизатора № 1 на ПГ № 2	YB20G61B1	мм
10	Перемещения гидроамортизатора № 2 на ПГ № 2	YB20G62B1	мм
11	Перемещения гидроамортизатора № 3 на ПГ № 2	YB20G63B1	мм
12	Перемещения гидроамортизатора № 4 на ПГ № 2	YB20G64B1	мм
13	Перемещения гидроамортизатора № 5 на ПГ № 2	YB20G65B1	мм

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор	Размерность
14	Перемещения гидроамортизатора № 6 на ПГ № 2	YB20G66B1	мм
15	Перемещения гидроамортизатора № 7 на ПГ № 2	YB20G67B1	мм
16	Перемещения гидроамортизатора № 8 на ПГ № 2	YB20G68B1	мм
17	Перемещения гидроамортизатора № 1 на ПГ № 3	YB30G61B1	мм
18	Перемещения гидроамортизатора № 2 на ПГ № 3	YB30G62B1	мм
19	Перемещения гидроамортизатора № 3 на ПГ № 3	YB30G63B1	мм
20	Перемещения гидроамортизатора № 4 на ПГ № 3	YB30G64B1	мм
21	Перемещения гидроамортизатора № 5 на ПГ № 3	YB30G65B1	мм
22	Перемещения гидроамортизатора № 6 на ПГ № 3	YB30G66B1	мм
23	Перемещения гидроамортизатора № 7 на ПГ № 3	YB30G67B1	мм
24	Перемещения гидроамортизатора № 8 на ПГ № 3	YB30G68B1	мм
25	Перемещения гидроамортизатора № 1 на ПГ № 4	YB40G61B1	мм
26	Перемещения гидроамортизатора № 2 на ПГ № 4	YB40G62B1	мм
27	Перемещения гидроамортизатора № 3 на ПГ № 4	YB40G63B1	мм
28	Перемещения гидроамортизатора № 4 на ПГ № 4	YB40G64B1	мм
29	Перемещения гидроамортизатора № 5 на ПГ № 4	YB40G65B1	мм
30	Перемещения гидроамортизатора № 6 на ПГ № 4	YB40G66B1	мм
31	Перемещения гидроамортизатора № 7 на ПГ № 4	YB40G67B1	мм
32	Перемещения гидроамортизатора № 8 на ПГ № 4	YB40G68B1	мм

2.2 Перечень дополнительных датчиков, используемых для контроля перемещения ПГ

2.2.1 В таблице 5 представлен перечень датчиков температурного контроля, получаемых от ИВС через ЛВС, их идентификаторов в САКОР, которые используются для расчета критериальных параметров нагружения.

Таблица 5 – Перечень сигналов от датчиков температурного контроля горячих ниток ГЦТ

№ п/п	Наименование параметра	Код СВРК/САКОР	Размерность
1	Температура теплоносителя в горячей нитке 1 ГЦТ (ТП СВРК)	YA11T27	°C
2	Температура теплоносителя в горячей нитке 1 ГЦТ (ТП СВРК)	YA11T32	°C
3	Температура теплоносителя в горячей нитке 1 ГЦТ (ТС СВРК)	YA11T31	°C
4	Температура теплоносителя в горячей нитке 2 ГЦТ (ТП СВРК)	YA21T27	°C
5	Температура теплоносителя в горячей нитке 2 ГЦТ (ТП СВРК)	YA21T32	°C
6	Температура теплоносителя в горячей нитке 2 ГЦТ (ТС СВРК)	YA21T31	°C
7	Температура теплоносителя в горячей нитке 3 ГЦТ (ТП СВРК)	YA31T27	°C
8	Температура теплоносителя в горячей нитке 3 ГЦТ (ТП СВРК)	YA31T32	°C
9	Температура теплоносителя в горячей нитке 3 ГЦТ (ТС СВРК)	YA31T31	°C
10	Температура теплоносителя в горячей нитке 4 ГЦТ (ТП СВРК)	YA41T27	°C
11	Температура теплоносителя в горячей нитке 4 ГЦТ (ТП СВРК)	YA41T32	°C
12	Температура теплоносителя в горячей нитке 4 ГЦТ (ТС СВРК)	YA41T31	°C

Дополнительно для расчета критериальных параметров нагружения используется датчики давления теплоносителя над активной зоной реактора с идентификатором YC30P23, измеряющий давление в кг/см².

Для проверки достоверности расчета используются показания датчиков на гидроамортизаторах ГЦН, получаемых от УИИ, представленные в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень сигналов от датчиков перемещения гидроамортизаторов на ГЦН 1-4

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор	Размерность
1	Перемещения гидроамортизатора № 1 на ГЦН 1	YD10G61B1	мм
2	Перемещения гидроамортизатора № 2 на ГЦН 1	YD10G62B1	мм
3	Перемещения гидроамортизатора № 3 на ГЦН 1	YD10G63B1	мм
4	Перемещения гидроамортизатора № 4 на ГЦН 1	YD10G64B1	мм
5	Перемещения гидроамортизатора № 5 на ГЦН 1	YD10G65B1	мм
6	Перемещения гидроамортизатора № 1 на ГЦН 2	YD20G61B1	мм
7	Перемещения гидроамортизатора № 2 на ГЦН 2	YD20G62B1	мм
8	Перемещения гидроамортизатора № 3 на ГЦН 2	YD20G63B1	мм
9	Перемещения гидроамортизатора № 4 на ГЦН 2	YD20G64B1	мм
10	Перемещения гидроамортизатора № 5 на ГЦН 2	YD20G65B1	мм
11	Перемещения гидроамортизатора № 1 на ГЦН 3	YD30G61B1	мм
12	Перемещения гидроамортизатора № 2 на ГЦН 3	YD30G62B1	мм
13	Перемещения гидроамортизатора № 3 на ГЦН 3	YD30G63B1	мм
14	Перемещения гидроамортизатора № 4 на ГЦН 3	YD30G64B1	мм
15	Перемещения гидроамортизатора № 5 на ГЦН 3	YD30G65B1	мм
16	Перемещения гидроамортизатора № 1 на ГЦН 4	YD40G61B1	мм
17	Перемещения гидроамортизатора № 2 на ГЦН 4	YD40G62B1	мм
18	Перемещения гидроамортизатора № 3 на ГЦН 4	YD40G63B1	мм
19	Перемещения гидроамортизатора № 4 на ГЦН 4	YD40G64B1	мм
20	Перемещения гидроамортизатора № 5 на ГЦН 4	YD40G65B1	мм

В таблице 7 представлен перечень датчиков температурного контроля холодных ниток ГЦТ, получаемых от ИВС через ЛВС, их идентификаторов в САКОР, которые используются для расчета параметров перемещения.

Таблица 7 – Перечень показаний датчиков температурного контроля холодных ниток ГЦТ

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор	Размерность
1	Температура теплоносителя в холодной нитке 1 ГЦТ (ТС СВРК)	YA12T31	°C
2	Температура теплоносителя в холодной нитке 1 ГЦТ (ТП СВРК)	YA12T01	°C
3	Температура теплоносителя в холодной нитке 1 ГЦТ (ТП СВРК)	YA12T05	°C
4	Температура теплоносителя в холодной нитке 2 ГЦТ (ТС СВРК)	YA22T31	°C
5	Температура теплоносителя в холодной нитке 2 ГЦТ (ТП СВРК)	YA22T01	°C
6	Температура теплоносителя в холодной нитке 2 ГЦТ (ТП СВРК)	YA22T05	°C
7	Температура теплоносителя в холодной нитке 3 ГЦТ (ТС СВРК)	YA32T31	°C
8	Температура теплоносителя в холодной нитке 3 ГЦТ (ТП СВРК)	YA32T01	°C
9	Температура теплоносителя в холодной нитке 3 ГЦТ (ТП СВРК)	YA32T05	°C
10	Температура теплоносителя в холодной нитке 4 ГЦТ (ТС СВРК)	YA42T31	°C
11	Температура теплоносителя в холодной нитке 4 ГЦТ (ТП СВРК)	YA42T01	°C
12	Температура теплоносителя в холодной нитке 4 ГЦТ (ТП СВРК)	YA42T05	°C

3 РАБОТА С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ «ДИАНА_М»

3.1 Требования для штатного функционирования ПО «ДИАНА_М»

3.1.1 Нормальное функционирование ПО «ДИАНА_М» РУ В-320 обеспечивается при выполнении следующих условий:

- исправное состояние технических средств ВК САКОР-320;
- работоспособность программного обеспечения приема информации от УИИ и ЛВС по общему перечню датчиков задействованных ПО «ДИАНА_М»;
- надлежащая эксплуатация ПО «ДИАНА_М» в соответствии с требованиями технической документации;
- своевременный перенос входных файлов на ПК САКОР-320 для экспертного анализа.

3.2 Выполнение ПО «ДИАНА_М»

3.2.1 Модуль приема-передачи информации на ВК САКОР-320 вызывает модуль ПО «ДИАНА_М» выявления непроектных перемещений оборудования РУ и расчета напряжений в кармане коллектора, передавая ему необходимые параметры в режиме «on-line» с частотой 1 раз в секунду.

На рисунках 2 – 5 представлены графики критериальных параметров полученные по результатам расчетов ПО «ДИАНА_М» в зависимости от времени.

На каждом графике представлены следующие параметры:

- на верхнем – зависимость от времени (в секундах) угла поворота ПГ 1-4, рад (YB1(2, 3, 4)0FG90(1)3XQ01);
- на втором сверху – зависимость от времени (в секундах) продольного защемления горячей нитки вдоль оси ГЦТ соответствующей петли, мм (критериальный параметр YB1(2,3,4)0FG90(1)5XQ01);
- на третьем сверху – зависимость от времени (в секундах) поперечного отклонения горячей нитки от оси ГЦТ соответствующей петли, мм (критериальный параметр YB1(2,3,4)0FG90(1)9XQ01);
- на нижнем – зависимость от времени (в секундах) средней по сечению ГЦТ температуры металла, °С.

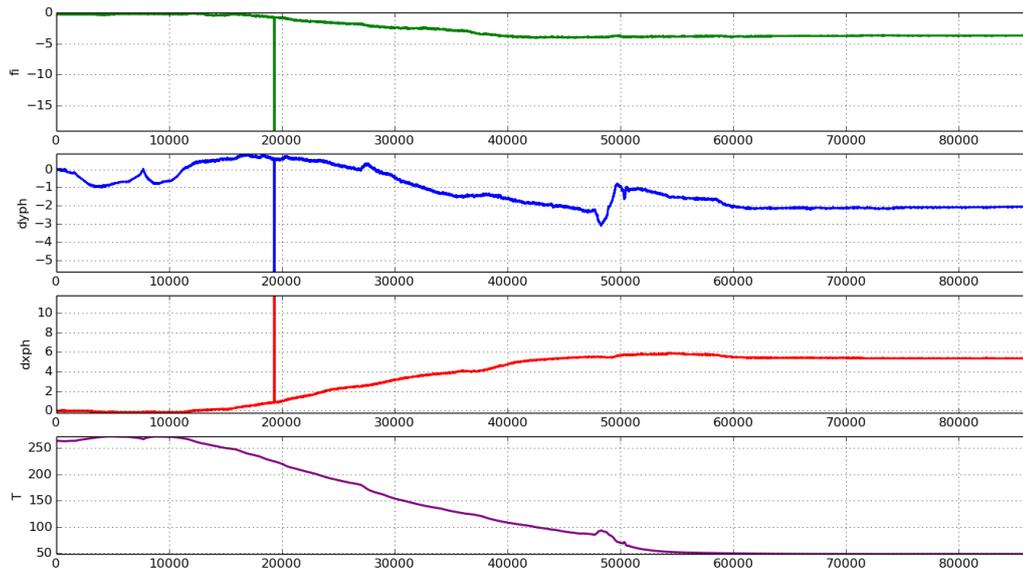


Рисунок 2 – Зависимость от времени в секундах критериальных параметров реальных перемещений ПГ № 1

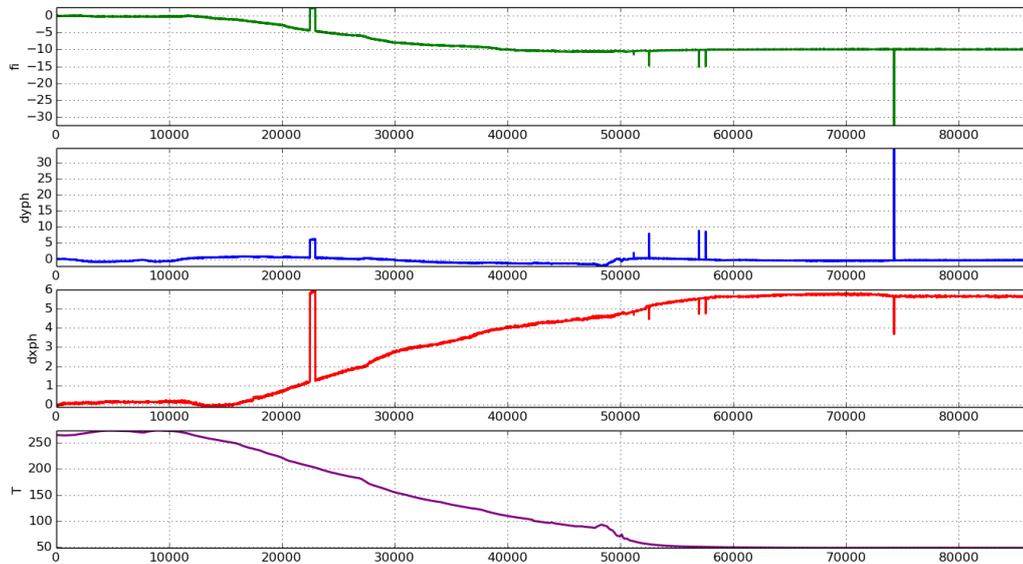


Рисунок 3 – Зависимость от времени в секундах критериальных параметров реальных перемещений ПГ № 2

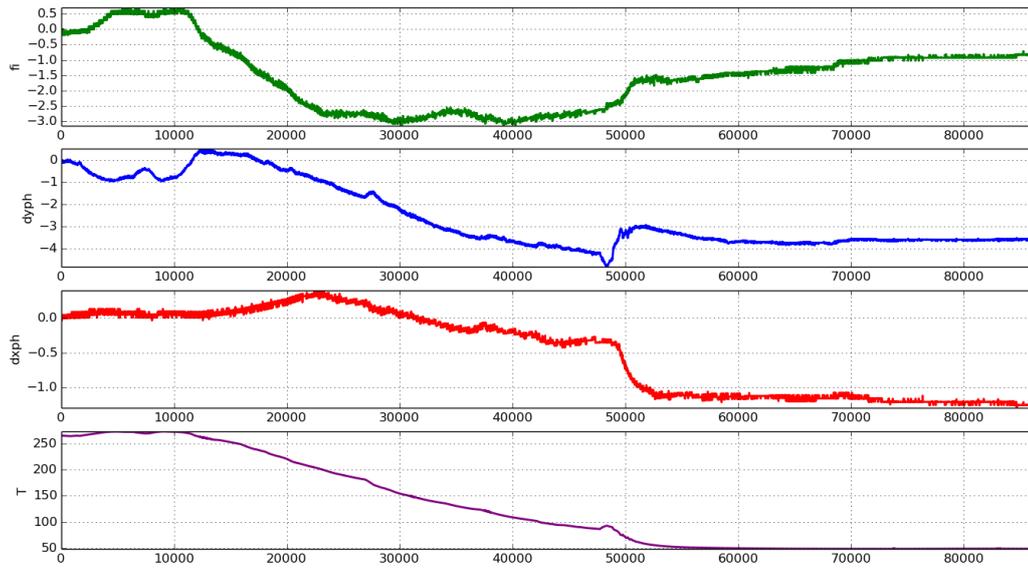


Рисунок 4 – Зависимость от времени в секундах критериальных параметров реальных перемещений ПГ № 3

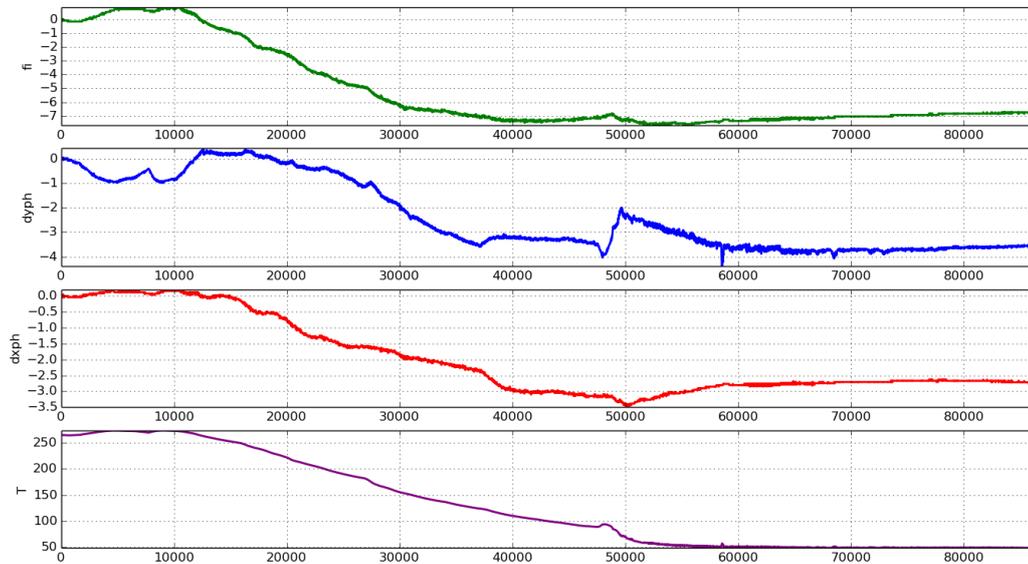


Рисунок 5 – Зависимость от времени в секундах критериальных параметров реальных перемещений ПГ № 4

3.3 Вывод результатов расчета

3.3.1 Выходные файлы с результатами расчета ПО «ДИАНА_М» расположены в поддиректории *output* в поддиректориях типа *blk2_уууу_мм*. Выходные файлы типа *blk2_уууу_мм_dd*.** имеет имя станции, номер блока, дату диагностического расчета. Выходной файл *blk2_2014_05_10_m.dia* содержит текстовый протокол расчета за один день:

- значения критериальных параметров по перемещениям каждого ПГ 1-4;
- диагностическое сообщение о превышении допустимого значения для каждого из критериальных параметров.

Выходной файл *blk2_2014_05_10.sgplot* содержит данные видеокadra критериальных параметров.

Выходной файл *blk2_2014_05_10_DianaM.dat* содержит данные для сервисного ПО «ДИАНА_С».

В поддиректории *logs* директории *output* содержатся текстовые протоколы процесса проведения расчета.

4 ПЕРЕЧЕНЬ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ

4.1 Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по перемещению горячего патрубка ГЦТ на ПГ, выдаваемых в протокол и в ПО приема-передачи данных, представлены в таблице 8 –11.

Таблица 8 – Перечень расчетных параметров по углу поворота ПГ 1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Угол поворота ПГ-1 ряд 1, рад	YB10FG03
2	Угол поворота ПГ-1 ряд 2, рад	YB10FG13
3	Угол поворота ПГ-2 ряд 1, рад	YB20FG03
4	Угол поворота ПГ-2 ряд 2, рад	YB20FG13
5	Угол поворота ПГ-3 ряд 1, рад	YB30FG03
6	Угол поворота ПГ-3 ряд 2, рад	YB30FG13
7	Угол поворота ПГ-4 ряд 1, рад	YB40FG03
8	Угол поворота ПГ-4 ряд 2, рад	YB40FG13

Таблица 9 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по поперечному отклонению горячей нитки от оси ГЦТ1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Поперечное отклонение горячей нитки от оси ГЦТ-1, ряд 1, мм	YB10FG09
2	Поперечное отклонение горячей нитки от оси ГЦТ-1, ряд 2, мм	YB10FG19
3	Поперечное отклонение горячей нитки от оси ГЦТ-2, ряд 1, мм	YB20FG09
4	Поперечное отклонение горячей нитки от оси ГЦТ-2, ряд 2, мм	YB20FG19
5	Поперечное отклонение горячей нитки от оси ГЦТ-3, ряд 1, мм	YB30FG09
6	Поперечное отклонение горячей нитки от оси ГЦТ-3, ряд 2, мм	YB30FG19
7	Поперечное отклонение горячей нитки от оси ГЦТ-4, ряд 1, мм	YB40FG09
8	Поперечное отклонение горячей нитки от оси ГЦТ-4, ряд 2, мм	YB40FG19

Таблица 10 – Перечень расчетных параметров по продольному удлинению горячей нитки вдоль оси ГЦТ

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Продольное удлинение горячей нитки вдоль оси ГЦТ-1 ряд 1, мм	YB10FG08
2	Продольное удлинение горячей нитки вдоль оси ГЦТ-1 ряд 2, мм	YB10FG18
3	Продольное удлинение горячей нитки вдоль оси ГЦТ-2 ряд 1, мм	YB20FG08
4	Продольное удлинение горячей нитки вдоль оси ГЦТ-2 ряд 2, мм	YB20FG18
5	Продольное удлинение горячей нитки вдоль оси ГЦТ-3 ряд 1, мм	YB30FG08
6	Продольное удлинение горячей нитки вдоль оси ГЦТ-3 ряд 2, мм	YB30FG18
7	Продольное удлинение горячей нитки вдоль оси ГЦТ-4 ряд 1, мм	YB40FG08
8	Продольное удлинение горячей нитки вдоль оси ГЦТ-4 ряд 2, мм	YB40FG18

Таблица 11 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по продольному подщемлению горячей нитки вдоль оси ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-1 ряд 1, мм	YB10FG05
2	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-1 ряд 2, мм	YB10FG15
3	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-2 ряд 1, мм	YB20FG05
4	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-2 ряд 2, мм	YB20FG15
5	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-3 ряд 1, мм	YB30FG05
6	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-3 ряд 2, мм	YB30FG15
7	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-4 ряд 1, мм	YB40FG05
8	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-4 ряд 2, мм	YB40FG15

Для расчета продольного подщемления горячей нитки вдоль оси ГЦТ 1-4 используется параметр свободного расширения температурного ГЦТ, для расчета которого используются средние температуры сечения горячих ниток ГЦТ 1-4, представленных в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» для средних температур сечений горячей и холодной ниток ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Температура сечения горячей нитки ГЦТ 1, °С	YA11FI01
2	Температура сечения горячей нитки ГЦТ 2, °С	YA21FI01
3	Температура сечения горячей нитки ГЦТ 3, °С	YA31FI01
4	Температура сечения горячей нитки ГЦТ 4, °С	YA41FI01

Параметры таблиц 8, 9, 11 являются критериальными для определения допустимости перемещения ПГ 1-4. Предельные значения для допустимых перемещений устанавливаются главным конструктором РУ, при превышении которых формируется диагностическое сообщение. В таблице 13 представлен перечень диагностических сообщений ПО «ДИАНА_М», выдаваемых в файл диагностического протокола на ВК САКОР-320 и в ПО приема-передачи данных.

Таблица 13 – Перечень диагностических сообщений ПО «ДИАНА_М», выдаваемых в ПО приема-передачи данных

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Сигнализация превышения допустимых перемещений ПГ-1	YB10PN01
2	Сигнализация превышения допустимых перемещений ПГ-2	YB20PN01
3	Сигнализация превышения допустимых перемещений ПГ-3	YB30PN01
4	Сигнализация превышения допустимых перемещений ПГ-4	YB40PN01

Если значение какого либо из диагностических параметров становится равным 1, то в протокол расчета ВК САКОР выводится описание диагностического события, его идентификатор и значение равное 1. ПО «ДИАНА_М» проводит проверку достоверности расчета перемещений ПГ, которая выполняется для каждого ПГ 1-4 и по каждому ряду. Перечень диагностических сообщений по проверке достоверности перемещения ПГ 1-4 представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень диагностических сообщений ПО «ДИАНА_М», по проверке достоверности перемещения ПГ 1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Признак достоверности расчета перемещений ПГ-1, ряд 1, 0/1	YB10ZZ01
2	Признак достоверности расчета перемещений ПГ-1, ряд 2, 0/1	YB10ZZ11
3	Признак достоверности расчета перемещений ПГ-2, ряд 1, 0/1	YB20ZZ01
4	Признак достоверности расчета перемещений ПГ-2, ряд 2, 0/1	YB20ZZ11
5	Признак достоверности расчета перемещений ПГ-3, ряд 1, 0/1	YB30ZZ01
6	Признак достоверности расчета перемещений ПГ-3, ряд 2, 0/1	YB30ZZ11
7	Признак достоверности расчета перемещений ПГ-4, ряд 1, 0/1	YB40ZZ01
8	Признак достоверности расчета перемещений ПГ-4, ряд 2, 0/1	YB40ZZ11

Дополнительно рассчитываются перемещения холодного патрубка ПГ-1-4 и средних температур сечений холодной ниток ГЦТ 1-4 для дальнейшего использования в ПО «ДИАНА_S». Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по перемещениям холодного патрубка ПГ-1-4 и средним температурам сечений холодной ниток ГЦТ 1-4, выдаваемых в протокол и в ПО приема-передачи данных, представлены в таблице 15 – 17.

Таблица 15 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по поперечному перемещению холодной нитки вдоль оси ГЦТ1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Поперечное перемещение холодного патрубка ПГ-1, ряд 1, мм	YB10FG07
2	Поперечное перемещение холодного патрубка ПГ-1, ряд 2, мм	YB10FG17
3	Поперечное перемещение холодного патрубка ПГ-2, ряд 1, мм	YB20FG07
4	Поперечное перемещение холодного патрубка ПГ-2, ряд 2, мм	YB20FG17
5	Поперечное перемещение холодного патрубка ПГ-3, ряд 1, мм	YB30FG07
6	Поперечное перемещение холодного патрубка ПГ-3, ряд 2, мм	YB30FG17
7	Поперечное перемещение холодного патрубка ПГ-4, ряд 1, мм	YB40FG07
8	Поперечное перемещение холодного патрубка ПГ-4, ряд 2, мм	YB40FG17

Таблица 16 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по поперечному перемещению холодной нитки вдоль оси ГЦТ1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Продольное перемещение холодного патрубка ПГ-1, ряд 1, мм	YB10FG06
2	Продольное перемещение холодного патрубка ПГ-1, ряд 2, мм	YB10FG16
3	Продольное перемещение холодного патрубка ПГ-2, ряд 1, мм	YB20FG06
4	Продольное перемещение холодного патрубка ПГ-2, ряд 2, мм	YB20FG16
5	Продольное перемещение холодного патрубка ПГ-3, ряд 1, мм	YB30FG06
6	Продольное перемещение холодного патрубка ПГ-3, ряд 2, мм	YB30FG16
7	Продольное перемещение холодного патрубка ПГ-4, ряд 1, мм	YB40FG06
8	Продольное перемещение холодного патрубка ПГ-4, ряд 2, мм	YB40FG16

Таблица 17 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» для средних температур сечений холодной ниток ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Температура сечения холодной нитки ГЦТ 1, °С	YA12FI01
2	Температура сечения холодной нитки ГЦТ 2, °С	YA22FI01
3	Температура сечения холодной нитки ГЦТ 3, °С	YA32FI01
4	Температура сечения холодной нитки ГЦТ 4, °С	YA42FI01

Дополнительно рассчитываются перемещения ГЦН-1-4 для проверки достоверности расчета перемещения ПГ 1-4 с использованием перемещения холодного патрубка ГЦТ на ПГ. Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по перемещениям ГЦН, выдаваемых в протокол и в ПО приема-передачи данных, представлены в таблице 18 – 20.

Таблица 18 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по перемещению ГЦН- 1-4 вдоль оси ГЦТ-1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Перемещение ГЦН вдоль оси холодной нитки ГЦТ-1 ряд 1, мм	YA12FG01
2	Перемещение ГЦН вдоль оси холодной нитки ГЦТ-2 ряд 1, мм	YA22FG01
3	Перемещение ГЦН вдоль оси холодной нитки ГЦТ-3 ряд 1, мм	YA32FG01
4	Перемещение ГЦН вдоль оси холодной нитки ГЦТ-4 ряд 1, мм	YA42FG01

Таблица 19 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_М» по поперечному перемещению ГЦН- 1-4 от оси ГЦТ-1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Перемещение ГЦН поперек оси холодной нитки ГЦТ-1 ряд 1, мм	YA12FG03
2	Перемещение ГЦН поперек оси холодной нитки ГЦТ-2 ряд 1, мм	YA22FG03
3	Перемещение ГЦН поперек оси холодной нитки ГЦТ-3 ряд 1, мм	YA32FG03
4	Перемещение ГЦН поперек оси холодной нитки ГЦТ-4 ряд 1, мм	YA42FG03

Таблица 20 – Перечень диагностических сообщений ПО «ДИАНА_М», по проверке достоверности перемещения ГЦН 1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Признак достоверности расчета перемещений ГЦН-1, 0/1	YA12ZZ01
2	Признак достоверности расчета перемещений ГЦН-2, 0/1	YA22ZZ01
3	Признак достоверности расчета перемещений ГЦН-3, 0/1	YA32ZZ01
4	Признак достоверности расчета перемещений ГЦН-4, 0/1	YA42ZZ01

Дальнейший анализ причин возникновения повышенной нагруженности выполняется с использованием сервисного ПО «ДИАНА_С», которое позволяет в графическом режиме выявить все нагружающие факторы на оборудование РУ В-320. При фиксации диагностического события связанного с повышенной величиной отклонений реальных перемещений корпусов ПГ 1-4 от проектных необходимо провести анализ причин данного отклонения, включая анализ качества входной информации. В случае наличия сбойных значений датчиков выполнить их корректировку.

5 ПОРЯДОК ПРИЕМКИ И ИСПЫТАНИЙ

5.1 Для диагностического ПО «ДИАНА_М» предусмотрены проверки в момент установки на ВК САКОР-320 для 2 энергоблока Балаковской АЭС и в случае их успешного проведения предусматривается перевод ПО «ДИАНА_М» в опытно-промышленную эксплуатацию. В связи с тем, что ПО «ДИАНА_М» может быть установлено в процессе нахождения энергоблока на мощности с отсутствием переходных режимов, то проверяется работоспособность программы по результатам формирования выходных файлов. Схема проверок ПО «ДИАНА_М», которые проводятся на ВК САКОР-320 на 2 энергоблоке Балаковской АЭС приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Схема испытаний ПО «ДИАНА_М» (выполняется на ВК САКОР-320)

Номер операции	Содержание операции	Информация, подтверждающая выполнение
1	Проверка работоспособности расчетной части ПО «ДИАНА_М» (на соответствие п.п. 4.5.3.10 /1/)	
1.1	Проверить наличие корневой директории и поддиректорий ПО «ДИАНА_М» на ВК САКОР-320, организованных в иерархию в соответствии с /2/, проверить наличие исполняемого и баз данных настроенных на 2 энергоблок Балаковской АЭС	Комплектность ПО «ДИАНА_М» соответствует указанной в /2/
1.2	Запустить программу приема-передачи данных, которая вызывает ПО «ДИАНА_М»	Отображается на видеокадрах результаты расчета ПО «ДИАНА_М» критериальных параметров и перемещения ГЦК
2.1	Проверка выполнения расчета ПО «ДИАНА_М»	По окончании суток в поддиректории <i>output</i> присутствуют поддиректории вида <i>blk3_yyyu_mm</i> с результатами расчета – файлами вида <i>blk3_yyyu_mm_dd_DianaM.dia</i> <i>blk3_yyyu_mm_dd_DianaM.dat</i>

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АКГА	–	аппаратура контроля гидроамортизаторов
АЭС	–	атомная электрическая станция
БЩУ	–	блочный щит управления
ВК	–	вычислительный комплекс
ГА	–	гидроамортизатор
ГЦК	–	главный циркуляционный контур
ГЦНА	–	главный циркуляционный насос
ГЦТ	–	главный циркуляционный трубопровод
ИВС	–	информационная вычислительная система
ЛВС	–	локальная вычислительная сеть
НЖМД	–	накопитель на жестких магнитных дисках
ОЗУ	–	оперативное запоминающее устройство
ПГ	–	парогенератор
ПК	–	персональный компьютер
ПЛП	–	преобразователь линейных перемещений
ПО	–	программное обеспечение
РУ	–	реакторная установка
САКОР	–	система автоматизированного контроля остаточного ресурса
СБ	–	системный блок
СКТП	–	система контроля тепловых перемещений
СТ	–	соединительный трубопровод
СВУ	–	серверное вычислительное устройство
УИИ	–	устройство информационное измерительное

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Техническое задание на выполнение работ по теме: «Модернизация программно-технического комплекса САКОР-320» (корректировка технического проекта, разработка и инсталляция баз данных привязки программного обеспечения САКОР-320 к энергоблоку 3 Балаковской АЭС)_№ 9/Ф01010503/478 от 15.07.2020 г., Филиал концерна «Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция».

2 Балаковская АЭС. Энергоблок № 2. Система автоматизированного контроля остаточного ресурса (САКОР). ПО «ДИАНА_М». Руководство системного программиста. БЛК2.ДИА_М 32 01. ООО «Сам Гипер». 2022 г.

ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения, листа разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 19.505-79	1.1

