

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СНИИП-АСКУР»

ДЛЯ АЭС

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

Листов 29

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Общие сведения	4
1.1 Назначение программы	4
1.2 Сведения о технических и программных средствах	5
1.3 Подготовка исходных данных	7
2 Перечень входных параметров для работы ПО «ДИАНА_S»	9
2.1 Перечень нагрузок на ГЦТ и СТ, получаемых от ПО «ДИАНА_M»	9
2.2 Перечень входных сигналов по нагрузкам от стратификации теплоносителя	12
2.3 Перечень штатных датчиков ИВС, задействованных ПО «ДИАНА_S»	13
3 Работа с ПО «ДИАНА_S»	14
3.1 Требования для штатного функционирования ПО «ДИАНА_S»	14
3.2 Выполнение ПО «ДИАНА_S»	14
3.3 Вывод результатов расчета	14
4 Перечень выходных сигналов	16
4.1 Перечень выходных сигналов по задаче расчета изгибных и размахов напряжений в горячих нитках ГЦТ 1-4	16
4.2 Перечень выходных сигналов по задаче расчета изгибных и размахов напряжений в холодных нитках ГЦТ 1-4	18
4.3 Перечень выходных сигналов по задаче расчета изгибных и размахов напряжений в СТ	21
4.4 Перечень выходных сигналов по задаче расчета квазистатических напряжений для расчета вибронагруженности	22
5 Порядок приемки и испытаний	25
Перечень сокращений	26
Список литературы	27
Ссылочные нормативные документы	28
Лист регистрации изменений	29

ВВЕДЕНИЕ

ПО «ДИАНА_S» поставляется на Балаковская АЭС для использования в составе системы автоматизированного контроля остаточного ресурса (САКОР-320) в соответствии с требованиями /1/ и устанавливается организацией-разработчиком на ВК САКОР-320.

В настоящем руководстве приведены основные сведения, необходимые для эксплуатации ПО «ДИАНА_S». Рассмотрено назначение и функции программы, приведены сведения о входных выходных данных, порядке выполнения программы и проверки работы ПО «ДИАНА_S».

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Назначение программы

1.1.1 Диагностическое ПО «ДИАНА_S» поставляется на Балаковскую АЭС в составе системы автоматизированного контроля остаточного ресурса и устанавливается организацией-разработчиком на две параллельные вычислительные машины ВК САКОР-320. ПО «ДИАНА_S» предназначено для своевременного обнаружения недопустимых общих напряжений по категориям (σ)РК с выдачей диагностических параметров. Данная функция выполняется в автоматическом «on-line» режиме.

ПО «ДИАНА_S» в режиме «on-line» выполняет:

- расчет общих напряжений с учетом реальных перемещений и стратификации в контрольных сечениях ГЦТ и СТ;
- проверку условий статической прочности по категориям напряжений (σ)РК;
- автоматизированное ведение протоколов и баз данных для последующего экспертного анализа.

ПО «ДИАНА_S» в «on-line» режиме должно обеспечивать расчет величины изгибных напряжений от самокомпенсации и размахов общих кинематических и температурных напряжений (σ)РК в контрольных сечениях ГЦТ и СТ при их температурной компенсации с учетом фактически измеренных перемещений оборудования ГЦК и стратификации теплоносителя в ГЦТ и СТ в следующих сечениях:

- на патрубке реактора горячей нитки ГЦТ 1-4;
- на патрубке парогенераторов (ПГ) 1-4 горячей нитки ГЦТ 1-4;
- на патрубке реактора холодной нитки ГЦТ 1-4;
- на патрубке главного циркуляционного насоса (ГЦН) 1-4 холодной нитки ГЦТ 1-4 со стороны реактора;
- на патрубке ПГ 1-4 холодной нитки ГЦТ 1-4.
- на патрубке КД;
- на патрубке горячей нитки ГЦТ 4.

ПО «ДИАНА_S» также может быть использовано для контроля за максимальными значениями МРН в расчетных сечениях ГЦТ и СТ, использованных при обосновании концепции ТПР путем сравнения с рассчитанными общими напряжениями.

1.2 Сведения о технических и программных средствах

1.2.1 ВК САКОР-320 выполнен на базе серверного вычислительного устройства СВУ-08Р-06. Основные технические характеристики СВУ приведены в таблице 1.

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	

УВ-08Р-06 представляет собой шкаф компоновочный, включающий три системных блока в промышленном исполнении, два источника бесперебойного питания, коммутатор информационной сети, и с предустановленным системным программным обеспечением на базе CentOS 6.5. Программное обеспечение «ДИАНА_S» для энергоблока № 2 Балаковской АЭС устанавливается на два системных блока (СБ) СКТП ПГ из состава ВК САКОР-320. При необходимости выходные параметры, в том числе графические, отображаются на пульте ВК САКОР-320. УВ имеет возможность удаленного конфигурирования с использованием встроенных технологических каналов.

Пульт ВК САКОР на базе СК-09П, выполнен в виде монтажного стола, на котором размещаются индустриальный сейсмо-виброустойчивый монитор, клавиатура, манипулятор мышь. Основные технические характеристики СК-09П приведены в таблице 2.

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

1.3 Подготовка исходных данных

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

1.3.2 Общая структура организации передачи информации на ВК СКТП ПГ и ВК САКОР-320 и размещение существующего ПО представлено на рисунке 1.



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

Сформированный пакет данных в «on-line» режиме передается в ВК САКОР-320 с циклом 1 секунда. ПО приема–передачи данных распределяет их по расчетным модулям, в том числе передает данные в ПО «ДИАНА_М» и ПО «ДИАНА_Т» получает от него результаты расчета. Эти данные являются входными для ПО «ДИАНА_S». ПО приема–передачи данных передает данные в ПО «ДИАНА_S» и получает от него результаты расчета для представления на видеокдрах на ПК БЩУ. Размещение диагностического ПО «ДИАНА_S» на ВК САКОР-320 проводится организацией-разработчиком при установке программного обеспечения «on-line» приема передачи данных от УИИ и ЛВС.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАБОТЫ ПО «ДИАНА_S»

2.1 Перечень нагрузок на ГЦТ и СТ, получаемых от ПО «ДИАНА_M»

2.1.1 Для выполнения ПО «ДИАНА_S» функции расчета размахов напряжений используются данные от ПО «ДИАНА_M» по перемещениям патрубков приварки горячей и холодной нитки ГЦТ 1-4 к ПГ 1-4 и углам поворота ПГ 1-4 относительно вертикальной оси. При использовании перемещений и угла поворота в качестве кинематических краевых условий для горячей и холодной ниток ГЦТ 1-4 автоматически учитывается влияние сил трения на опорах ПГ и усилий от присоединенных трубопроводов. Перемещения, используемые в качестве краевых условий, являются разностью между реальными перемещениями и перемещениями от свободного температурного расширения конструкции.

Перечень данных по перемещениям горячей нитки, получаемых от ПО «ДИАНА_S» в «on-line» режиме через ПО приема-передачи данных представлен в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Перечень входных данных в ПО «ДИАНА_S» по поперечному отклонению горячей нитки от оси ГЦТ 1-4

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

Таблица 5 – Перечень входных данных в ПО «ДИАНА_S» 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, мм ряд 1	YB10FG05
2	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-1, мм ряд 2	YB10FG15
3	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-2, мм ряд 1	YB20FG05
4	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-2, мм ряд 2	YB20FG15
5	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-3, мм ряд 1	YB30FG05
6	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-3, мм ряд 2	YB30FG15
7	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-4, мм ряд 1	YB40FG05
8	Продольное подщемление горячей нитки вдоль оси ГЦТ-4, мм ряд 2	YB40FG15

Перечень данных по перемещениям углам поворота корпусов ПГ1-4 относительно вертикальной оси, получаемых от ПО «ДИАНА_S» представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень входных данных в ПО «ДИАНА_S» по углам поворота корпусов ПГ1-4 относительно вертикальной оси

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

Перечень данных по перемещениям холодного патрубка ГЦТ 1-4 на ПГ 1-4, получаемых от ПО «ДИАНА_S» в «on-line» режиме через ПО приема-передачи данных представлен в таблицах 7, 8.

Таблица 7 – Перечень входных данных в ПО «ДИАНА_S» по поперечному отклонению холодного патрубка ПГ от оси ГЦТ 1-4

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

Таблица 8 – Перечень входных данных в ПО «ДИАНА_S» по продольному перемещению холодного патрубка ПГ вдоль оси ГЦТ 1-4

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

2.1.2 Температуры сечения горячих и холодных нитках ГЦТ 1-4 используются в ПО «ДИАНА_S» для учета нагрузки от температурной самокомпенсации трубопроводов. Перечень средних температур сечения горячих и холодных ниток ГЦТ, получаемых от ПО «ДИАНА_S» в «on-line» режиме через ПО приема-передачи данных представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень температур сечения горячих и холодных ниток ГЦТ

№ 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
5	Температура сечения холодной нитки ГЦТ 1, °С	YA12FI01
6	Температура сечения холодной нитки ГЦТ 2, °С	YA22FI01
7	Температура сечения холодной нитки ГЦТ 3, °С	YA32FI01
8	Температура сечения холодной нитки ГЦТ 4, °С	YA42FI01

2.2 Перечень входных сигналов по нагрузкам от стратификации теплоносителя

2.2.1 Температурный момент, приведенный к сечению трубопровода, является количественной мерой нагрузки на трубопровод от стратификации теплоносителя. Данные по температурному моменту, приведенному к сечению трубопровода, поступают в ПО «ДИАНА_S» от ПО «ДИАНА_T» в «on-line» режиме через ПО приема-передачи данных.

В таблице 10 приведен перечень параметров по температурному моменту, приведенному к сечению ГЦТ, в горячих нитках ГЦТ 1-4.

Таблица 10 – Перечень параметров по температурному моменту в горячих нитках ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Температурный момент горячей нитки ГЦТ 1, °С	YA11FM01
2	Температурный момент горячей нитки ГЦТ 2, °С	YA21FM01
3	Температурный момент горячей нитки ГЦТ 3, °С	YA31FM01
4	Температурный момент горячей нитки ГЦТ 4, °С	YA41FM01

В таблице 11 приведен перечень параметров по температурному моменту, приведенному к сечению ГЦТ, в холодных нитках ГЦТ 1-4.

Таблица 11 – Перечень параметров по температурному моменту в горячих нитках ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование нагружающего параметра	Идентификатор
1	Температурный момент холодной нитки ГЦТ 1, °С	YA12FM01
2	Температурный момент холодной нитки ГЦТ 2, °С	YA22FM01
3	Температурный момент горячей нитки ГЦТ 3, °С	YA32FM01
4	Температурный момент холодной нитки ГЦТ 4, °С	YA42FM01

Температурный момент соединительного трубопровода на горизонтальном участке, приведенный к сечению СТ с идентификатором YP10FM22, измеряемый в °С, принимается от ПО «ДИАНА_T» в «on-line» режиме через ПО приема-передачи данных.

2.3 Перечень штатных датчиков ИВС, задействованных ПО «ДИАНА_S»

2.3.1 Для расчета мембранных напряжений используется давление теплоносителя первого контура. температура сечения СТ используется в ПО «ДИАНА_S» для учета нагрузки от температурной самокомпенсации СТ и рассчитывается по показаниям датчиков температуры на СТ. Перечень датчиков штатных давления теплоносителя первого контура и температуры теплоносителя в СТ, получаемых в «on-line» режиме от ПО приема-передачи данных через ЛВС от ИВС, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень сигналов от штатных датчиков ИВС, задействованных ПО «ДИАНА_S»

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор
1	Давление теплоносителя первого контура, кг/см ²	YC30P23
2	Температура теплоносителя в соединительном трубопроводе у КД, °С	YP10T08
3	Температура теплоносителя в соединительном трубопроводе у ГЦТ, °С	YP10T10

3 РАБОТА С ПО «ДИАНА_S»

3.1 Требования для штатного функционирования ПО «ДИАНА_S»

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

- исправное состояние технических средств ВК САКОР-320;
- наличие связи ВК САКОР-320 с ЛВС;
- работоспособность ПО приема-передачи данных, ПО «ДИАНА_M» и ПО «ДИАНА_T», информации от которых по общему перечню нагрузок на трубопроводы ГЦТ и СТ получает ПО «ДИАНА_S»;
- надлежащая эксплуатация ПО «ДИАНА_S» в соответствии с требованиями технической документации.

3.2 Выполнение ПО «ДИАНА_S»

3.2.1 ПО приема-передачи данных, расположенное на двух СБ СКТП ПГ из состава ВК САКОР-320 вызывает ПО «ДИАНА_S» для расчета размахов напряжений в ГЦТ и СТ, передавая ему необходимые параметры по перемещениям оборудования РУ и величине средней температуры и температурного момента в режиме «on-line» с частотой 1 раз в секунду. Этот же модуль принимает результаты расчета ПО «ДИАНА_S» также в режиме «on-line» с частотой 1 раз в секунду для дальнейшего отображения на видеокадрах размахов напряжений. ПО «ДИАНА_S» формирует ежедневный протокол по результатам расчет размахов напряжений в виде текстового файла.

3.3 Вывод результатов расчета

Выходные файлы с результатами расчета ПО «ДИАНА_S» расположены в поддиректории output поддиректориях типа *blk2_yuuu_nm*. Выходные файлы типа *blk2_yuuu_mm_dd*.** имеет имя станции, номер блока, дату диагностического расчета.

3.3.1 По результатам работы ПО «ДИАНА_S» за один день в директории outputv поддиректориях типа *blk2_yuuu_nm* создаются следующие выходные файлы протокола расчета с отклонениями по задачам.

Имя файла протокола имеет следующий формат:

StationN_YYYY_MM_DD_S(SV)

Station – идентификатор станции;

N – номер блока;

YYYY – год, **MM** – месяц, **DD** – день проведения расчета;

Расширение имени файла – **dia**.

Например, после обработки информации по 2 блоку Балаковской АЭС за 2 апреля 2021 г. имя файла будет blk2_2021_04_02_S.dia. Файл содержит диагностические сообщения и значения расчетных параметров задачи расчета размахов напряжений. Пример файла представлен на рисунке 2.

В директории logs содержатся текстовые протоколы процесса проведения расчета.

Отчет по задачам расчета размахов напряжений:

Зарегистрированные отклонения:

идентификатор сообщения	время регистрации	максимальное значение	
YA11SB01	2018.08.18_07:35:08	107.607	558
YA11SR01	2018.08.18_10:05:55	152.396	558
YA11SB02	2018.08.18_00:36:07	46.1418	558
YA11SR02	2018.08.18_00:36:07	92.0175	558
YA21SB01	2018.08.18_18:29:02	115.01	558
YA21SR01	2018.08.18_18:29:02	159.872	558
.			
.			
.			

Рисунок 2 – Пример вывода диагностических событий

Файл содержит диагностические сообщения и значения расчетных параметров задачи расчета размахов напряжений. Пример файла диагностического протокола (blk2_2021_04_02_SV.dia) расчета квазистатических напряжений для расчета вибронагруженности на рисунке 3.

Отчет по задачам расчета квазистатических напряжений для расчета вибронагруженности:

Зарегистрированные отклонения:

идентификатор сообщения	время регистрации	
YA11SV01A	2018.08.18_04:04:46	45.9445
YA11SV01B	2018.08.18_21:32:06	45.9812
YA11SV01C	2018.08.18_00:28:57	-43.9886
YA11SV01D	2018.08.18_10:05:55	138.237
YA11SV02A	2018.08.18_11:15:19	46.9565
YA11SV02B	2018.08.18_11:15:19	46.9515
YA11SV02C	2018.08.18_00:36:07	86.5421
YA11SV02D	2018.08.18_23:44:00	11.3841
.		
.		
.		

Рисунок 3 – Пример вывода диагностических событий

4 ПЕРЕЧЕНЬ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ

4.1 Перечень выходных сигналов по задаче расчета изгибных и размахов напряжений в горячих нитках ГЦТ 1-4

4.1.1 В таблице 13 представлен перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по изгибным напряжениям в горячих нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных, в файл для экспертного анализа и протокол.

В таблице 14 представлен перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по размахам напряжений в горячих нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных, в файл для экспертного анализа и протокол.

Таблица 13 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по изгибным напряжениям в сечениях горячих ниток ГЦТ

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Значение изгибных напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-1 у реактора, МПа	YA11SB01
2	Значение изгибных напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-1 у ПГ, МПа	YA11SB02
3	Значение изгибных напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-2 у реактора, МПа	YA21SB01
4	Значение изгибных напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-2 у ПГ, МПа	YA21SB02
5	Значение изгибных напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-3 у реактора, МПа	YA31SB01
6	Значение изгибных напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-3 у ПГ, МПа	YA31SB02
7	Значение изгибных напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-1 у реактора, МПа	YA41SB01
8	Значение изгибных напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-1 у ПГ, МПа	YA41SB02

Таблица 14 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по размахам напряжений в сечениях горячих ниток ГЦТ

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Значение размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-1 у реактора, МПа	YA11SR01
2	Значение размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-1 у ПГ, МПа	YA11SR02
3	Значение размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-2 у реактора, МПа	YA21SR01
4	Значение размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-2 у ПГ, МПа	YA21SR02
5	Значение размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-3 у реактора, МПа	YA31SR01
6	Значение размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-3 у ПГ, МПа	YA31SR02
7	Значение размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-4 у реактора, МПа	YA41SR01
8	Значение размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-4 у ПГ, МПа	YA41SR02

4.1.2 Если значение какого-либо из расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по размахам напряжений в горячих нитках ГЦТ 1-4 превышает допустимое значение, то соответствующий диагностический параметр становится равным 1, а в ПО приема-передачи данных и протокол выводится описание диагностического события, его идентификатор и значение равное 1, а также величина размахам напряжений. Допустимые значения размахов напряжений в горячих нитках ГЦТ 1-4 должны быть определены в аттестационном паспорте на ПО «ДИАНА_S», выдаваемом НТЦ ЯРБ.

В таблице 15 представлен перечень диагностических сообщений по задаче контроля размахов напряжений в горячих нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных и протокол.

Таблица 15 – Перечень диагностических сообщений ПО «ДИАНА_S» по задаче контроля размахов напряжений в горячих нитках ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-1 у реактора, 0/1	YA11SN01
2	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-1 у ПГ, 0/1	YA11SN02
3	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-2 у реактора, 0/1	YA21SN01
4	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-2 у ПГ, 0/1	YA21SN02
5	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-3 у реактора, 0/1	YA31SN01
6	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-3 у ПГ, 0/1	YA31SN02
7	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-4 у реактора, 0/1	YA41SN01
8	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения горячей нитки ГЦТ-4 у ПГ, 0/1	YA41SN02

4.2 Перечень выходных сигналов по задаче расчета изгибных и размахов напряжений в холодных нитках ГЦТ 1-4

4.2.1 В таблице 16 представлен перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по изгибным напряжениям в холодных нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных и протокол.

4.2.2 В таблице 17 представлен перечень расчетных параметров по размахам напряжений ПО «ДИАНА_S» в холодных нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных и протокол.

Таблица 16 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по изгибным напряжениям в сечениях холодных ниток ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у реактора, МПа	YA12SB01
2	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 на напоре ГЦН, МПа	YA12SB02
3	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у ПГ, МПа	YA12SB03
4	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-2 у реактора, МПа	YA22SB01
5	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-2 на напоре ГЦН, МПа	YA22SB02
6	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-2 у ПГ, МПа	YA22SB03
7	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-3 у реактора, МПа	YA32SB01
8	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-3 на напоре ГЦН, МПа	YA32SB02
9	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-3 у ПГ, МПа	YA32SB03
10	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-4 у реактора, МПа	YA42SB01
11	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-4 на напоре ГЦН, МПа	YA42SB02
12	Значение изгибных напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-4 у ПГ, МПа	YA42SB03

Таблица 17 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по размахам напряжениям в сечениях холодных ниток ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у реактора, МПа	YA12SR01
2	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 на напоре ГЦН, МПа	YA12SR02
3	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у ПГ, МПа	YA12SR03
4	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-2 у реактора, МПа	YA22SR01
5	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-2 на напоре ГЦН, МПа	YA22SR02
6	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-2 у ПГ, МПа	YA22SR03
7	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-3 у реактора, МПа	YA32SR01
8	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-3 на напоре ГЦН, МПа	YA32SR02
9	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-3 у ПГ, МПа	YA32SR03
10	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-4 у реактора, МПа	YA42SR01
11	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-4 на напоре ГЦН, МПа	YA42SR02
12	Значение размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-4 у ПГ, МПа	YA42SR03

4.2.3 Если значение какого-либо из расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по размахам напряжений в холодных нитках ГЦТ 1-4 превышает допустимое значение, то соответствующий диагностический параметр становится равным 1, а в ПО приема-передачи данных и протокол выводится описание диагностического события, его идентификатор и значение равное 1, а также величина размахам напряжений. Допустимые значения размахов напряжений в холодных нитках ГЦТ 1-4 должны быть определены в аттестационном паспорте на ПО «ДИАНА_S», выдаваемом НТЦ ЯРБ.

В таблице 18 представлен перечень диагностических сообщений по задаче контроля размахов напряжений в холодных нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных и протокол.

Таблица 18 – Перечень диагностических сообщений ПО «ДИАНА_S» по задаче контроля размахов напряжений в холодных нитках ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у реактора, 0/1	YA12SN01
2	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 на напоре ГЦН, 0/1	YA12SN02
3	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у ПГ, 0/1	YA12SN03
4	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у реактора, 0/1	YA22SN01
5	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 на напоре ГЦН, 0/1	YA22SN02
6	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у ПГ, 0/1	YA22SN03
7	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у реактора, 0/1	YA32SN01
8	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 на напоре ГЦН, 0/1	YA32SN02
9	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у ПГ, 0/1	YA32SN03
10	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у реактора, 0/1	YA42SN01
11	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 на напоре ГЦН, 0/1	YA42SN02
12	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения холодной нитки ГЦТ-1 у ПГ, 0/1	YA42SN03

4.3 Перечень выходных сигналов по задаче расчета изгибных и размахов напряжений в СТ

4.3.1 В таблице 19 представлен перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по изгибным напряжениям и размахам напряжений в СТ, выдаваемых в ПО приема-передачи данных, в файл для экспертного анализа и протокол.

Таблица 19 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по изгибным напряжениям и размахам напряжениям в сечениях СТ

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Значение изгибных напряжений сечения СТ у КД, МПа	YP10SB01
2	Значение изгибных напряжений сечения СТ у горячей нитке ГЦТ-4, МПа	YP10SB02
3	Значение размаха напряжений сечения СТ у КД, МПа	YP10SR01
4	Значение размаха напряжений сечения СТ у горячей нитке ГЦТ-4, МПа	YP10SR02

4.3.2 Если значение какого-либо из расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по размахам напряжений в СТ превышает допустимое значение, то соответствующий диагностический параметр становится равным 1, а в ПО приема-передачи данных и протокол выводится описание диагностического события, его идентификатор и значение равное 1, а также величина размахам напряжений. Допустимые значения размахов напряжений в СТ должны быть определены в аттестационном паспорте на ПО «ДИАНА_S», выдаваемом НТЦ ЯРБ.

В таблице 20 представлен перечень диагностических сообщений по задаче контроля размахов напряжений в СТ, выдаваемых в ПО приема-передачи данных и протокол.

Таблица 20 – Перечень диагностических сообщений ПО «ДИАНА_S» по задаче контроля размахов напряжений в СТ

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения СТ у КД, 0/1	YP10SN01
2	Сигнализация превышения размаха напряжений сечения СТ у горячей нитке ГЦТ-4, 0/1	YP10SN02

4.4 Перечень выходных сигналов по задаче расчета квазистатических напряжений для расчета вибронагруженности

4.4.1 ПО «ДИАНА_S» в режиме «on-line» выполняет расчет местных квазистатических напряжений в наплавке ГЦТ и СТ в четырех точках по сечению трубопровода (через 90 градусов), которые обозначены как А, В, С, D. В случае превышения порогов вибрации данные квазистатические напряжения должны быть учтены при расчете накопленного усталостного повреждения с учетом многоциклового усталости.

4.4.2 В таблице 21 представлен перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по квазистатическим напряжениям для расчета вибронгруженности в горячих нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных, в файл для экспертного анализа и протокол. В таблице 22 представлен перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по квазистатическим напряжениям для расчета вибронгруженности в горячих нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных, в файл для экспертного анализа и протокол. В таблице 23 представлен перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по квазистатическим напряжениям для расчета вибронгруженности в холодных нитках ГЦТ 1-4, выдаваемых в ПО приема-передачи данных, в файл для экспертного анализа и протокол.

Таблица 21 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по квазистатическим напряжениям для расчета вибронгруженности в сечениях горячих ниток ГЦТ

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Значение напряжений в наплавке сечения горячей нитки ГЦТ-1 у реактора, МПа	YA11SV01A(B) YA11SV01C(D)
2	Значение напряжений в наплавке сечения горячей нитки ГЦТ-1 у ПГ, МПа	YA11SV02A(B) YA11SV02C(D)
3	Значение напряжений в наплавке сечения горячей нитки ГЦТ-2 у реактора, МПа	YA21SV01A(B) YA21SV01C(D)
4	Значение напряжений в наплавке сечения горячей нитки ГЦТ-2 у ПГ, МПа	YA21SV02A(B) YA21SV02C(D)
5	Значение напряжений в наплавке сечения горячей нитки ГЦТ-3 у реактора, МПа	YA31SV01A(B) YA31SV01C(D)
6	Значение напряжений в наплавке сечения горячей нитки ГЦТ-3 у ПГ, МПа	YA31SV02A(B) YA31SV02C(D)
7	Значение напряжений в наплавке сечения горячей нитки ГЦТ-4 у реактора, МПа	YA41SV01A(B) YA41SV01C(D)
8	Значение напряжений в наплавке сечения горячей нитки ГЦТ-4 у ПГ, МПа	YA41SV02A(B) YA41SV02C(D)

Таблица 22 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по квазистатическим напряжениям для расчета вибронгруженности в сечениях СТ

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Значение напряжений в наплавке сечения СТ у КД, МПа	YP10SV01A(B) YP10SV01C(D)
2	Значение напряжений в наплавке сечения СТ у горячей нитке ГЦТ-4, МПа	YP10SV02A(B) YP10SV02C(D)

Таблица 23 – Перечень расчетных параметров ПО «ДИАНА_S» по квазистатическим напряжениям для расчета вибронгруженности в сечениях холодных ниток ГЦТ 1-4

№ п/п	Наименование параметра	Идентификатор сечения
1	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-1 у реактора, МПа	YA12SV01A(B) YA12SV01C(D)
2	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-1 на напоре ГЦН, МПа	YA12SV02A(B) YA12SV02C(D)
3	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-1 у ПГ, МПа	YA12SV03A(B) YA12SV03C(D)
4	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-2 у реактора, МПа	YA22SV01A(B) YA22SV01C(D)
5	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-2 на напоре ГЦН, МПа	YA22SV02A(B) YA22SV02C(D)
6	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-2 у ПГ, МПа	YA22SV03A(B) YA22SV03C(D)
7	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-3 у реактора, МПа	YA32SV01A(B) YA32SV01C(D)
8	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-3 на напоре ГЦН, МПа	YA32SV02A(B) YA32SV02C(D)
9	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-3 у ПГ, МПа	YA32SV03A(B) YA32SV03C(D)
10	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-4 у реактора, МПа	YA42SV01A(B) YA32SV01C(D)
11	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-4 на напоре ГЦН, МПа	YA42SV02A(B) YA42SV02C(D)
12	Значение напряжений в наплавке сечения холодной нитки ГЦТ-4 у ПГ, МПа	YA42SV03A(B) YA42SV03C(D)

5 ПОРЯДОК ПРИЕМКИ И ИСПЫТАНИЙ

5.1 Для диагностического ПО «ДИАНА_S» предусмотрены проверки в момент установки на ВК САКОР-4320 для 2 энергоблока Балаковской АЭС и в случае их успешного проведения предусматривается перевод ПО «ДИАНА_S» в опытно-промышленную эксплуатацию. В связи с тем, что ПО «ДИАНА_S» может быть установлено в процессе нахождения энергоблока на мощности с отсутствием переходных режимов, то проверяется работоспособность ПО «ДИАНА_S» по результатам отображения параметров на видеокадрах и формирования выходных файлов. Схема проверок ПО «ДИАНА_S», которые проводятся ВК САКОР-320 на 2 энергоблоке Балаковской АЭС приведена в таблице 24.

Таблица 24 – Схема испытаний ПО «ДИАНА_S» (выполняется на ВК САКОР-320)

Номер операции	Содержание операции	Информация, подтверждающая выполнение
1	Проверка работоспособности расчетной части ПО «ДИАНА_S» (на соответствие п.п. 4.5.3.4 и 4.5.3.5 /1/)	
1.1	Проверить наличие корневой директории и поддиректорий ПО «ДИАНА_S» 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_S» соответствует указанной в /2/
1.2	Запустить программу приема-передачи данных, которая вызывает ПО «ДИАНА_S» в части расчета размахов напряжений	Отображается на видеокадрах размахов напряжений результаты расчета ПО «ДИАНА_S»
1.3	Проверка выполнения расчета ПО «ДИАНА_S» в расчета части размахов напряжений	По окончании суток в поддиректории output присутствуют поддиректории вида <i>blk2_уууу_тт</i> с результатами расчета – файлами вида <i>blk2_уууу_тт_дд_DianaS.dia</i>
1.3	Проверка выполнения расчета ПО «ДИАНА_S» в части расчета квазистатических напряжений для расчета вибронагруженности	По окончании суток в поддиректории output присутствуют поддиректории вида <i>blk2_уууу_тт</i> с результатами расчета – файлами вида <i>blk2_уууу_тт_дд_DianaSV.dia</i>

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АКГА	–	аппаратура контроля гидроамортизаторов
АЭС	–	атомная электрическая станция
БЩУ	–	блочный щит управления
ВК	–	вычислительный комплекс
ГА	–	гидроамортизатор
ГЦН	–	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 № 3. Система автоматизированного контроля остаточного ресурса (САКОР). ПО «ДИАНА_S». Руководство системного программиста. БЛК2.ДИА_S 32 01. ООО «Сам Гипер». 2021 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

