

ООО «ИФ СНИИП АТОМ»
ООО «Инновационная фирма СНИИП АТОМ»

**ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
(ПТК ИВС)**

Программное обеспечение

«КРУИЗ СКУ»

Демонстрационная версия

Описание применения

Листов 23

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 2 из 23
-----------------	--	--------------

Аннотация

В документе дано общее описание функциональных возможностей программного обеспечения «КРУИЗ СКУ», реализованного на примере программно-технического комплекса информационно-вычислительной системы (ПТК ИВС) энергоблока №4 Нововоронежской АЭС (НВАЭС), а также обязанности персонала, использующего и обслуживающего данное ПО.

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 3 из 23
-----------------	--	--------------

Содержание

Перечень сокращений	4
1. ОПИСАНИЕ ВК ИВС	5
1.1 Назначение	5
1.2 Структура ВК ИВС	5
2. ФУНКЦИИ ПО ВК ИВС	7
2.1 Основные функции ПО. Общие сведения	7
2.1.1 Технологические функции	7
2.1.2 Системные (сервисные) функции	8
2.2 Режимы выполнения функций ПО	8
2.3 Перечень функций ПО ВК ИВС	9
2.4 Технологические функции	9
2.4.1 Прием данных (воспроизведение RAW-архивов)	9
2.4.2 Обработка результатов измерений	10
2.4.3 Определение состояния оборудования и систем	11
2.4.4 Критические функции безопасности (функции СППБ)	11
2.4.5 Архивация данных	11
2.4.6 Представление информации. Видеокадры	12
2.4.7 Документирование информации	13
2.4.8 Сигнализация и квитирование	14
2.4.9 Протоколирование технологических событий	14
2.5 Системные функции	15
2.5.1 Контроль входных данных в программах	15
2.5.2 Контроль достоверности определяемых переменных	15
2.5.3 Контроль санкций доступа персонала	15
2.5.4 Начало/завершение работы	16
2.5.5 Управление выполнением программ	16
2.5.6 Ввод априорных данных и корректировка параметров	17
2.5.7 Протоколирование системных сообщений	17
2.5.8 Архивация изменений констант	17
2.5.9 Администрирование баз данных	17
2.5.10 Администрирование прав пользователей	18
2.5.11 Генерация выходных форм	18
3. ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ	19
3.1 Программное обеспечение	19
3.2 Информационное обеспечение	20
3.3 Ограничение доступа к ресурсам программ	21
Лист регистрации изменений	23

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 4 из 23
-----------------	--	--------------

Перечень сокращений

АВРК	измерительная аппаратура системы внутриреакторного контроля
АкЗ	активная зона
АСКДГ	автоматизированная система контроля и диагностики генератора
АЭС	атомная электростанция
БЩУ	блочный щит управления
ВВЭР	водо-водяной энергетический реактор
ВК	вычислительный комплекс
ВК ИВС	вычислительный комплекс информационно-вычислительной системы
ВУ ЭТО	верхний уровень электротехнического оборудования
ГЦН	главный циркуляционный насос
ИВС	информационно-вычислительная система
ИК	ионизационная камера
ИСУЗ	первый и второй каналы иницирующей части СУЗ
КНИ	канал нейтронный измерительный
КФБ	критические функции безопасности
ОР СУЗ	орган регулирования СУЗ
ОС	операционная система
ПВД	подогреватель высокого давления
ПГ	парогенератор
ПО	программное обеспечение
ППО	прикладное программное обеспечение
ПТК	программно-технический комплекс
РУ	реакторная установка
РЩУ	реакторная установка
СВРК	система внутриреакторного контроля
СКУ	система контроля и управления
СОБ	система обеспечения безопасности
СОК	сервер оперативного контроля
СОТТВ	система обнаружения течей в теплоносителе по влажности
СП	системный программист (инженер)
СППБ	система представления параметров безопасности
СРВПЭ	система регистрации важных параметров эксплуатации
СУЗ	система управления и защиты
ТВС	тепловыделяющая сборка (кассета)
Твэл	тепловыделяющий элемент
ТП	термопара (термоэлектрический преобразователь)
ТС	термосопротивление
ЦТАИ	цех тепловой автоматики и измерений
ЭБ	энергоблок

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 5 из 23
-----------------	--	--------------

1. ОПИСАНИЕ ВК ИВС

1.1 Назначение

Программно-технический комплекс информационно-вычислительной системы (ПТК ИВС) предназначен для выполнения информационных функций при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации. ПТК ИВС предназначен для приема, контроля, расчета и представления основных параметров энергоблока в процессе эксплуатации.

ПТК ИВС является информационно-вычислительной системой (ИВС) с реализацией в ней функций: представления параметров безопасности (СППБ), регистрации важных параметров эксплуатации (СРВПЭ), а также интеграцией информации от следующих смежных с ИВС подсистем: ИСУЗ-1, ИСУЗ-2, СБ-1, СБ-2, СБ-3, СБ-4, СКУНЭ, СОТТВ, КЭСУЗ, СВК ТГ, АСКДГ, СРК, ВУ ЭТО.

Программное обеспечение ПТК ИВС, включая СВРК, СОТИ, СППБ, предназначено для обеспечения режима полной имитации реальной работы на энергоблоке. Вычислительный комплекс ИВС является верхним уровнем ПТК ИВС. Программное обеспечение вычислительного комплекса информационно-вычислительной системы (ПО ВК ИВС) установлено на тестовом комплексе оперативного контроля.

ПО ВК ИВС предназначено для выполнения следующих функций:

- прием общего пакета данных (включающего данные ИВС, СВРК и всех смежных систем) из архивного RAW-файла;
- предварительная обработка данных: проверка достоверности, отбраковка, усреднение, сглаживание;
- разбор пакетов входных данных (сепаратор);
- выравнивание данных от разных источников;
- определение состояния технологического оборудования;
- контроль выхода технологических параметров за установленные ограничения (уставки);
- ведение апертурного архива;
- ведение протокола технологических событий;
- ведение протокола системных событий ПО и оборудованию рабочего места;
- представление данных на видеокадрах;
- контроль выполнения условий нормальной эксплуатации и безопасной эксплуатации;
- контроль критических функций безопасности (КФБ).

1.2 Структура ВК ИВС

Полный комплект данных, предназначенных на энергоблоке для приема на ВК ИВС, поступает (в виде значений, переведенных в физические единицы) из RAW-файла в сервер оперативного контроля (период передачи соответствует циклу приема данных от

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 6 из 23
-----------------	--	--------------

аппаратуры) и обрабатывается. После обработки и преобразования данные отображаются на экране пользователю и архивируются.

Информация от внешних систем (ИСУЗ-1, ИСУЗ-2, СБ-1, СБ-2, СБ-3, СБ-4, СКУНЭ, СОТТВ, КЭСУЗ, СВК ТГ, АСКДГ, СРК, ВУ ЭТО) также поступает из файла данных на сервер оперативного контура ИВС (СОК).

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 7 из 23
-----------------	--	--------------

2. ФУНКЦИИ ПО ВК ИВС

2.1 Основные функции ПО. Общие сведения

ПО ВК ИВС предназначено для реализации следующих информационных функций:

- получения пакета входных данных;
- регистрации (архивирования) полученной информации;
- представления актуальной и ретроспективной информации оперативному персоналу;
- представления оперативному персоналу световой и звуковой сигнализации при выходе параметров за проектные уставки;
- вывода на печать зарегистрированной информации в различной форме;
- функций СППБ.

В соответствии с требованиями действующих Российских и международных нормативных документов в ИВС реализованы (совместно со смежными подсистемами СКУ ЭБ) функции: «представление параметров безопасности» (СППБ/SPDS), «регистрация параметров важных для эксплуатации» («черный ящик»).

2.1.1 Технологические функции

ПО ВК ИВС (объектом контроля и управления является энергоблок АЭС) выполняет следующие технологические функции:

- технологические функции общего назначения;
- функции ИВС;
- функции СППБ;
- функции СРВПЭ.

На основе входных данных ПО ИВС выполняет технологические функции, идентичные технологическим функциям на энергоблоке:

- функции ИВС — определение состояния технологических систем первого и второго контуров энергоблока;
- функции СВРК — расчет состояния активной зоны и контура теплоносителя реактора в диапазоне мощности 10-110% от номинальной, архивацию и представление пользователям оперативно-контрольной информации. В холодном режиме работы реактора (от температуры 50°C до МКУ), а также от МКУ и до 10% номинальной мощности;
- функции СППБ — информационная поддержка действий оперативного персонала в нормальных условиях протекания технологического процесса, при аварийных ситуациях и авариях на основе симптомно-ориентированной или событийно-ориентированной диагностики. СППБ во всех режимах эксплуатации осуществляет:
- мониторинг критических функций безопасности (КФБ) с целью выявления симптомов нарушения КФБ и определения приоритетного, с точки зрения безопасности, направления действий персонала (выбор аварийной инструкции);

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 8 из 23
-----------------	--	--------------

- мониторинг текущего состояния энергоблока посредством представления: графиков, X-Y диаграмм, мнемосхем, различных типов протоколов, сигнализаций.

- функции СРВПЭ — регистрации, хранения и выдачи информации о техническом состоянии энергоблока до, во время и после аварии в объеме, достаточном для последующего анализа аварийной ситуации и выяснения причин ее возникновения, путей развития, а также анализ действий персонала по ее локализации, ликвидации и предупреждению.

2.1.2 Системные (сервисные) функции

Системные функции ПО ВК ИВС направлены на обеспечение функционирования, повышение надежности и удобства эксплуатации системы и дают информацию о состоянии измерительного тракта и программно-технических элементов системы. В состав системных функций (объектом контроля является ВК ИВС) входят:

- управление функционированием программного обеспечения ВК ИВС;
- администрирование прав доступа различных категорий пользователей;
- контроль состояния программно-технических средств ВК и представление оперативному персоналу результатов контроля;
- протоколирование системных событий;
- корректировка условно-постоянных данных в базах данных ВК ИВС;
- разработка и корректировка шаблонов видеокадров и бланков печати;
- внутрисистемный обмен данными;
- инструментальные функции.

2.2 Режимы выполнения функций ПО

Перечни функций ПО ВК ИВС с указанием режима их выполнения приведены в табл. 2.1 и табл. 2.2.

Различаются следующие режимы выполнения функций

- ОСН — постоянный в основном цикле технологического контроля;
- ПА — периодический по истечению заданного интервала времени (существенно превышающего интервал основного цикла) с автоматическим запуском;
- ПО — периодический с запуском по запросу оператора;
- ЭА, ЭО — эпизодический при возникновении определенной ситуации с запуском автоматически или по команде, данной оператором.

Основные циклы технологического контроля инициируются поступлением пакета измерительных (и диагностических) данных. В каждом из основных циклов выполняются обработка, расчет и контроль основных технологических переменных, их регистрация, а также сопутствующие, в т.ч. диагностические системные функции.

Периодические и эпизодические расчеты и операции обработки архива, вывода на печать и т.п. выполняются по мере необходимости поочередно внутри основных циклов, что позволяет избежать взаимного прерывания вычислительных процессов.

Выполнение инструментальных функций может приостановить отработку основных циклов контроля и должно производиться в соответствии с согласованным регламентом работ.

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 9 из 23
-----------------	--	--------------

2.3 Перечень функций ПО ВК ИВС

Таблица 2.1 — Технологические функции ПО ВК ИВС

Описание функций	Режим и частота выполнения	Описание
Воспроизведение RAW-архивов	ОСН	2.4.1
Обработка результатов измерений	ОСН	2.4.2
Определение состояния оборудования и систем	ОСН	2.4.3
Функции СППБ - Расчет критических функций безопасности (КФБ)	ОСН	2.4.4
Архивация данных	ОСН	2.4.5
Представление технологической информации	ОСН	2.4.6
Вывод архивных данных	ОСН	2.4.6
Документирование (вывод на печать зарегистрированной информации)	ЭО, ПО	2.4.7
Сигнализация и квитирование	ОСН	2.4.8
Протоколирование технологических событий	ОСН	2.4.9

Таблица 2.2 — Системные функции ПО ВК ИВС

Описание функций	Режим и частота выполнения	Описание
Контроль входных данных в программах	ОСН	2.5.1
Контроль достоверности определяемых переменных	ОСН	2.5.2
Контроль санкций доступа персонала	ЭО	2.5.3
Начало/завершение работы	ЭО	2.5.4
Управление выполнением программ	ОСН, ЭО	2.5.5
Корректировка данных	ЭО	2.5.6
Протоколирование системных сообщений	ЭА, ЭО	2.5.7
Архивация изменений констант	ЭА, ЭО	2.5.8
Администрирование баз данных	ЭО	2.5.9
Администрирование прав пользователей	ЭО	2.5.10
Генерация выходных форм	ЭО	2.5.11

2.4 Технологические функции

2.4.1 Прием данных (воспроизведение RAW-архивов)

Полный комплект данных о состоянии энергоблока — включая данные ИВС, СВРК, смежных систем, принимаемый от разных источников реальным ПТК ИВС

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 10 из 23
-----------------	--	---------------

на энергоблоке, воспроизводится из записанного единого источника — файла архива «сырых» данных RAW.

В ВК ИВС предусмотрен прием информации от следующих подсистем СКУ ЭБ:

- ИСУЗ-1, ИСУЗ-2 – иницирующая часть системы управления и защиты реактора (подсистемы первого и второго каналов безопасности);
- СБ-1, СБ-2, СБ-3, СБ-4 – система безопасности (четыре подсистемы каналов безопасности);
- СКУНЭ – система контроля и управления нормальной эксплуатации;
- УСО СВРК – устройства связи с объектом системы внутриреакторного контроля;
- УСО ИВС - устройства связи с объектом ИВС;
- СОТТВ – система обнаружения течей в теплоносителе по влажности;
- КЭ СУЗ – комплект электрооборудования системы управления и защиты реактора;
- СВК ТГ – система вибрационного контроля турбогенератора;
- АСКДГ – автоматизированная система контроля и диагностики генератора;
- ВУ ЭТО – верхний уровень электротехнического оборудования;– СРК – система радиационного контроля.

2.4.2 Обработка результатов измерений

Серверы оперативного контура ИВС производят следующие действия:

- преобразование в унифицированный внутрисистемный формат;
- предварительная обработка данных (перевод в физические единицы, проверка достоверности, отбраковка, усреднение, сглаживание);
- – выравнивание данных по времени от разных источников.

При первичной обработке результатов измерений выполняется:

- перевод результатов измерений в физические единицы;
- контроль достоверности результатов измерений;
- браковка по воротам и по скорости;
- фильтрация (сглаживание) результатов измерений;
- отбраковка полученных результатов по уставкам, зависящим от режима работы реактора энергоблока;
- расчет линейных энерговыделений кассет в местах расположения ДПЗ;

Входные данные:

- пакет сигналов датчиков из RAW файла;
- коэффициенты для перевода кодов АЦП в физические единицы;
- браковочные уставки для значений технологических переменных в местах расположения датчиков.

Выходные данные: значения результатов измерений в местах расположения датчиков и обобщенные показатели (суммы, минимум, максимум, и т.д.).

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 11 из 23
-----------------	--	---------------

2.4.3 Определение состояния оборудования и систем

ВК ИВС обеспечивает операторов БЩУ и РЩУ (ВИУР, ВИУТ, НСБ) информацией о состоянии технологического процесса энергоблока. Информация отображается на технологических видеокадрах.

Входные данные ВК ИВС энергоблока включают:

- значения технологических параметров и данные о состоянии оборудования (арматуры и механизмов);
- сигналы о переключениях - АВР и т.д.;
- сигналы превышения уставок;
- диагностические сигналы по оборудованию, подсистемам;– действия операторов.

2.4.4 Критические функции безопасности (функции СППБ)

На основе данных ИВС осуществляется расчет и контроль следующих критических функций безопасности (КФБ):

- подкритичность;
- охлаждение активной зоны;
- теплообмен по 2-му контуру;
- целостность;
- герметичность.

Расчетные величины текущего состояния энергоблока отображаются на специальных видеокадрах ПО ВК ИВС.

2.4.5 Архивация данных

Функция архивации данных обеспечивает:

- запись в архив всех входных данных, поступающих в ПО от аппаратуры и внешних систем (архив "сырых" данных - RAW);
- регистрацию (архивирование) полученной информации, включая команды операторов и положение механизмов систем безопасности;
- запись результатов расчетов, получаемых в процессе работы ВК ИВС;
- регистрацию информации, необходимой для расследования аварий, от всех СКУ безопасности, для сохранения исходных событий в кольцевом архиве;
- запись данных в архив системных событий.

Архивация может выполняться в полном объеме либо по апертуре (изменении значений параметра на заданную величину). Архив может использоваться как источник входных данных ВК ИВС при ретроспективном анализе процессов на энергоблоке и при разработке и валидации дополнительных сервисных функций.

Апертурная архивация переменных

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 12 из 23
-----------------	--	---------------

Архив основных технологических переменных предназначен для анализа технологического процесса в ходе топливной кампании, причин нарушений в работе объекта и измерительных каналов. Функция реализует накопление информации для последующего анализа с целью оптимизации эксплуатации.

Запись информации в архив происходит с заданной периодичностью и с использованием принципа апертуры. Значения частоты и апертуры для каждой переменной являются конфигурируемыми параметрами. Степень детализации информации зависит от режима работы реактора: в переходных режимах запись в архив проводится в большем объеме, чем в стационарных.

Архивы сигналов датчиков (RAW файлы)

Архивация данных, принятых от АВРК и внешних систем, выполняется в файлах на диске. Каждый файл содержит совокупность информационных пакетов, полученных от обоих комплектов аппаратуры за одни календарные сутки. Имя файла формируется программами функционирования автоматически и содержит дату, суточные данные которой содержаться в файле. Закрытие старого файла и создание нового выполняется ежедневно в 0 часов по среднеевропейскому времени (по Гринвичу).

2.4.6 Представление информации. Видеокадры

Функция предназначена для отображения персоналу информации о состоянии энергоблока и РУ. Надежность функции обеспечивается возможностью представления информации на всех серверах/комплексах системы.

Информация представляется оператору в программе визуального контроля состояния реакторной установки Mexico в виде заранее подготовленных экранных форматов (видеокадров). Смена видеокадров производится по запросу оператора.

В зависимости от назначения все видеокадры разделяются на технологические и системные.

- Технологические видеокадры – основные видеокадры, которые обеспечивают операторов БЩУ и РЩУ (ВИУР, ВИУТ, НСБ) информацией о состоянии технологического процесса энергоблока. Каждый технологический видеокادر имеет свой индивидуальный идентификатор.

- Системные форматы включают обобщенный видеокادر сигнализаций, обобщенный видеокادر по подсистемам ИВС, диагностические видеокадры, видеокадры помощи, отчеты по одной переменной.

Обновление информации на видеокadre происходит в цикле обновления значений переменных. Время смены видеокadre также не превышает 1 секунду.

Видеокادر - мнемосхема может состоять из:

- статической части;
- динамических элементов, форма, цвет или значение которых изменяются в реальном времени;
- управляющих полей навигации по форматам видеокadre;

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 13 из 23
-----------------	--	---------------

- полей сообщений (сигнализаций).

Ряд системных видеокадров является статическими (не обновляются), они могут содержать поля для ввода и корректировки параметров, и окна диалоговых сообщений. В левой/верхней части всех технологических видеокадров выводятся основные переменные.

Видеокадры могут содержать как технологическую, так и системную информацию, представляемую в виде:

- значений отдельных величин в числовой или символично-логической форме;
- гистограмм значений переменных;
- графиков изменения переменных;
- картограмм АкЗ с характеристиками топливных кассет в числовой и/или цветовой форме;
- графиков изменения переменных;
- графиков параметрических траекторий;
- графиков точечных групп переменных;
- таблиц однородных величин;
- сообщений, в том числе сообщений отклика при диалоге оператора с системой;– справочных текстов и пиктограмм.

Управляющие поля видеокадра представляют собой графические области с текстовым или мнемоническим изображением для организации переходов на другие видеокадры с помощью манипулятора типа «мышь» или «трекбол».

ПО содержит подготовленные наборы видеокадров для ИВС, СППБ (КФБ) и СВРК.

В системе предусмотрена возможность генерации новых видеокадров в ходе эксплуатации.

Для просмотра архивных данных используются те же видеокадры, что и для текущих. Пользователь определяет интересующий интервал времени для извлечения данных из архива.

В текст программ функции включено стороннее ПО (см. таблицу 3.1):

- 1) wxWidgets версия 2.8.12;
- 2) LUA версия 5.1.4.

2.4.7 Документирование информации

ПО позволяет вывести на печать видеокадр или набора кадров с текущими данными на принтере. Можно создавать произвольные наборы видеокадров для групповой печати.

Для печатных документов обязательными являются следующие реквизиты:

- номер энергоблока;
- наименование;

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 14 из 23
-----------------	--	---------------

- регистрационный номер;
- номер листа;
- всего листов (на каждом листе);
- дата, время выдачи документов.

2.4.8 Сигнализация и квитирование

События, связанные с отклонениями в работе энергоблока, отдельных параметров или оборудования, в оперативном режиме выводятся оператору на монитор в окно сигнализаций и фиксироваться в протоколе сигнализаций.

Сигнализации разделены по степени их важности (приоритету). В ВК ИВС присутствует не менее четырех приоритетов сигнализаций.

Для сигнализаций определяются правила разделения по рабочим местам персонала.

В ВК ИВС существуют возможности по управлению сигнализацией:

- квитирование сигнализации, группы или окна сигнализации;
- блокировка и разблокировка сигнализаций по отдельным параметрам или их группам, предоставление обзорного списка заблокированных сигнализаций;
- фильтрация сигнализаций по уровню важности;
- фильтрация по функциональным группам.

При выходе важных для безопасности переменных за аварийные, режимные и предупредительные уставки на видеокадре отображается специальный сигнал — изменение цвета и мигание значения переменной. Если переменная, вышедшая за режимную или аварийную уставку, не отображается на текущем видеокадре, то в специальной строке красным цветом будет указан номер видеокадра, формат которого предполагает вывод этой переменной.

Квитирование мигания может осуществляться как оператором (из функционального окна программы Mexico), так и автоматически (автоматическое квитирование по времени или по изменению ситуации), что определяется параметрами базы данных системы. Для наиболее важных событий квитирование оператором является обязательной.

Звуковые сигналы аварийных защит, технологической (аварийной и предупредительной) сигнализации, а также пожарной сигнализации отличаются друг от друга по тону и громкости.

2.4.9 Протоколирование технологических событий

Функция предназначена для сообщения оператору о нарушениях в работе энергоблока и РУ. Тексты сообщений формируются программами контроля состояния объекта и контроля функционирования системы. Запись в протокол осуществляется программой протоколирования texview.

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 15 из 23
-----------------	--	---------------

Если текущий протокол выводится на экран, то информация на экране обновляется по мере ее обновления в файле с текстами сообщений.

При изменении значений переменных функциями контроля формируются аварийные, предупредительные и информационные сообщения. Предусмотрена выдача этих сообщений на экран в виде текстовых строк. Каждое сообщение занимает, как правило, одну строку и содержит время наступления события, текстовую часть с именем контролируемой переменной и идентификацией события.

2.5 Системные функции

2.5.1 Контроль входных данных в программах

Функция является распределенной: расчетные программы перед использованием входных данных проверяют их достоверность. Признаки достоверности передаются программам вместе с входными данными. Программы, у которых входными данными являются объемные поля (энерговыведения, выгорания топлива и т.д.) проводят проверку коэффициентов неравномерностей входных объемных полей (проверка на взаимную согласованность данных в объемном поле).

2.5.2 Контроль достоверности определяемых переменных

Функция является распределенной: каждая расчетная программа проверяет свои результаты на допустимость полученных значений. Для разных переменных проверка может проводиться в том числе: по фиксированным воротам, по скорости изменения, по отклонению от значения этой же переменной, рассчитанной другими способами (если есть более чем два способа расчета значения переменной). Алгоритмы определения достоверности переменных приведены в руководстве сопровождающего программиста.

2.5.3 Контроль санкций доступа персонала

Функция предназначена для защиты данных ПО ВК ИВС от несанкционированного доступа. Доступ к данным разделен на несколько (от 2 до 4) уровней приоритета.

Работа с прикладным ПО разрешена только зарегистрированным пользователям (программа регистрирует пользователей, заводя для них учетную запись и выдавая им пароль доступа, администратор системы — сопровождающий программист). Возможности доступа к данным определяются для каждого пользователя индивидуально. Общие ограничения могут налагаться на группы однотипных пользователей. Каждый пользователь входит в систему и в отдельные программы по индивидуальному, известному только ему паролю.

Перечень данных, корректировка которых допускается для отдельных групп персонала в процессе эксплуатации, определен в соответствующем регламенте работ. В

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 16 из 23
-----------------	--	---------------

архиве изменений констант фиксируется информация о старых и новых значениях и о пользователе, внесшем изменения.

2.5.4 Начало/завершение работы

Функция предназначена для запуска и завершения работы ПО ВК ИВС. Предусмотрен как автоматический запуск после включения питания комплекса и загрузки ОС, так и команды для ручного запуска ПО и отдельных приложений.

2.5.5 Управление выполнением программ

Функция предназначена для вызова и выполнения программных модулей и компонентов ПО ВК ИВС. Данная функция является распределенной. Функция реализуется программой – диспетчером и средствами операционной системы.

Программы, выполнение которых связано с обработкой поступающей от ИВС и СВРК информации, находятся в постоянном ожидании новой информации от источника и выполняются автоматически при ее поступлении.

Расчеты, выполняемые по запросу пользователя, запускаются вручную.

Опция расписания реализует управление запуском любых запросных задач и исполняемых модулей в заданное время.

Комплекс настроен на автоматический запуск набора базовых сервисов, программ и приложений, реализующих его основные задачи. Приложения, не входящие в автозапуск для данного комплекса, могут быть запущены пользователем или, при необходимости, внесены в запуск по расписанию.

Основная пользовательская программа серверов - среда *vEdit6*, которая является средством редактирования и просмотра необходимых для расчетов условно-постоянных данных и параметров ЭБ и РУ, полученных и обработанных системой в текущий момент, а также представляет собой унифицированный механизм доступа к любой информации в системе.

Функциональность ПО ВК ИВС реализуется за счет работы программных модулей, управляемых базовыми сервисами и доступных через среду *vEdit6*. Программные модули имеют узкоспециализированную функциональность, выполняя, как правило, определенные действия с пакетом входных данных (прием, передача, преобразование, расчет и т.д.) и выдавая в результате пакет выходных данных. Координацию потоков данных между модулями (передача, прием запросов, постановка в очередь на обработку) осуществляет специальная системная программа-диспетчер.

Кроме основных программных модулей, в системе присутствуют вспомогательные и расчетные программы, которые запускаются вручную.

Основная пользовательская программа для просмотра результатов работы ПО - *Mexico* является средством визуального контроля параметров объекта (энергоблока и РУ). Также в ней реализована функция просмотра архивных данных, которая выполняется по запросу персонала. Приложение запускается автоматически и может быть запущено вручную при необходимости.

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 17 из 23
-----------------	--	---------------

2.5.6 Ввод априорных данных и корректировка параметров

Функция обеспечивает детальный просмотр и корректировку данных, обрабатываемых и используемых ПО ВК ИВС.

Данные могут корректироваться пользователями, имеющими соответствующие права. Для ввода и изменения параметров используется программа *vEdit6*, которая может быть запущена вручную. Описание программы приведено в руководстве сопровождающего программиста.

В текст программ функции включено стороннее ПО *wxWidgets* (см. таблицу 3.1).

2.5.7 Протоколирование системных сообщений

Системные сообщения формируются при выполнении отдельных программ и при обнаружении ошибок в функционировании ВК ИВС.

В протокол системных сообщений заносится подробная информация обо всех обнаруженных программами нарушениях в работе системы. Работа с протоколом (просмотр, выборка, фильтрация и печать записей) осуществляется с помощью специального приложения *evtview*, вызываемого по запросу пользователя.

2.5.8 Архивация изменений констант

Архив изменения констант реализует функцию протоколирования действий оператора комплекса по работе с базой данных системы (Хранилищем данных) и позволяет зафиксировать в файле на диске следующие события: запуск и останов работы программы корректировки базы данных системы – *vEdit6*, факты регистрации пользователя в программе и её сброс (вход/выход); действия оператора комплекса по созданию или удалению элементов и каталогов в Хранилище данных комплекса, копирование и последующая вставка элементов (изменение структуры); действия оператора комплекса по изменению данных или текстовой информации в Хранилище комплекса (изменение данных, изменение описания); действия персонала по изменению структуры данных Хранилища.

Выполняется при любом изменении константы по директиве оператора.

2.5.9 Администрирование баз данных

Функция предназначена для администрирования Хранилища (базы данных) ПО ВК ИВС системным программистом.

Изменение конфигурации БД производится согласно указаниям документа Руководство сопровождающего программиста с помощью программы *vEdit6*.

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 18 из 23
-----------------	--	---------------

2.5.10 Администрирование прав пользователей

Функция предназначена для администрирования прав доступа групп пользователей к различным компонентам ПО ВК ИВС системным программистом.

Изменение прав доступа производится согласно указаниям документа Руководство сопровождающего программиста с помощью программы *vEdit6*.

2.5.11 Генерация выходных форм

Функция предназначена для подготовки новых и корректировки существующих шаблонов видеокадров и документов, отображаемых на мониторах ВК ИВС.

Шаблон видеокадра представляет собой файл, содержащий описание всех видимых на видеокадре (документе) объектов и их свойств. В шаблон может быть включена программа для досчета выводимых переменных, не имеющих в базе данных.

Для создания шаблонов видеокадров (документов) используется специальная программа - редактор видеокадров, встроенный в *Mexico*.

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 19 из 23
-----------------	--	---------------

3. ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

3.1 Программное обеспечение

ПО «КРУИЗ СКУ» мультиплатформенное, оно может быть скомпилировано для работы в разных операционных системах семейств Linux, Windows, BSD без изменения программного кода прикладных функций.

Демонстрационная версия ПО «КРУИЗ СКУ» (ПО ПТК ИВС) скомпилирована для работы в ОС Astra Linux.

Язык разработки ПО «КРУИЗ СКУ»: C++.

При разработке использовалась среда Microsoft Visual Studio 6.0.

Для применения в ОС Linux и BSD используются компиляторы gcc, в частности, для Astra Linux компилятор gcc v.6.3.0.

Базы данных в ПО ВК ИВС не используются.

В ПО ВК ИВС используется стороннее ПО, приведенное в таблице 3.1.

Вывод информации на экран реализован с использованием стороннего ПО wxWidgets. Язык LUA используется для написания скриптов дополнительных расчетов.

Таблица 3.1 - Используемое стороннее ПО

Продукт (ПО)	Версия	Тип лицензии	Ссылка на сайт производителя
wxWidgets	2.8.12	LGPL	https://www.wxwidgets.org/about/licence/
LUA	5.1.4	MIT	https://www.lua.org/license.html

Прикладное ПО имеет сконфигурированный профиль работы - определенным образом связанный набор программных модулей узкоцелевой направленности (модулей приема/передачи/обработки данных, расчетных модулей и пр.), обеспечивающий выполнение данной станцией заданных функций. Взаимосвязь между модулями обеспечивается внутрисистемной программой-диспетчером.

В состав прикладного ПО входит ряд вспомогательных программ, необходимых для выполнения системных и технологических функций.

Программная среда ПО ВК ИВС *vEdit6* является не только средством редактирования и просмотра необходимых для расчетов условно-постоянных данных и параметров объекта контроля, полученных и обработанных системой в текущий момент (динамические данные), но и представляет собой механизм доступа к любой информации в системе (Хранилищу данных, настройкам модулей и исполняемых программ, группам пользователей системы). Унификация доступа реализуется за счет единого механизма для представления и визуализации информации.

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 20 из 23
-----------------	--	---------------

Для отображения параметров объекта контроля в формате видеокадров, удобном для работы операторов-технологов (видеокадры — значения определенных переменных, скомпонованные на экране) используется специальная программа *Mexico*.

Подробно программное обеспечение ВК ИВС описано в документе Руководство сопровождающего программиста.

3.2 Информационное обеспечение

В состав информационного обеспечения ВК ИВС входят:

- база данных системных параметров (**Хранилище**);
- файлы исходных и промежуточных данных;
- комплект документации.

Более подробно организация данных ВК ИВС описана в документе руководстве программиста.

Основными информационными понятиями, используемыми в системе, являются:

- Точка контроля — место измерения определенной физической или логической (дискретной) величины, производимого одним или несколькими датчиками.
- Сигналы — электрические сигналы датчиков или устройств, поступающие на входы аппаратуры.
- Измерения (результаты измерений) — оцифрованные сигналы отдельных датчиков, хранящиеся в памяти ЭВМ или выводимые на средствах представления. Могут выражаться в кодах АЦП, электрических единицах сигнала или физических единицах измеряемой переменной и снабжаться признаком достоверности.
- Переменные — изменяющиеся величины, характеризующие состояние технологического процесса или активных элементов технологического оборудования в определенный момент времени. Различаются числовые (аналоговые), номерные (номера, координаты и т.п.) и логические (дискретные) переменные. Переменные в системе могут быть текущими (оперативными) и ретроспективными (архивными).

По способу определения переменные делятся на:

- измеряемые переменные — полученные непосредственно по измерениям одного или нескольких датчиков в точке контроля;
- неизмеряемые (расчетные) переменные — полученные путем формульных расчетов с использованием математической модели объекта.

По локализации в пространстве переменные делятся на:

- локальные переменные — величины в отдельных точках контроля;
- распределенные переменные (поля) — величины, распределенные в объеме АкЗ или по ее сечению, в т.ч. по кассетам.

По описываемому объекту переменные делятся на:

- технологические переменные — переменные, описывающие состояние технологического объекта (энергблока и РУ);

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 21 из 23
-----------------	--	---------------

- системные переменные — переменные, описывающие состояние системы контроля технологического объекта (ИВС,СВРК);
- переменные состояния — совокупность переменных, однозначно определяющих состояние объекта в определенный момент времени;
- контролируемые переменные — переменные, для которых производится постоянное отслеживание их отклонений от заданных ограничений технологического процесса (уставок).
- Оперативные показатели (функционалы) — обобщенные величины, полученные по группе однородных переменных (суммарные, средние, экстремальные, характеристики симметрии и т.п.), относящиеся к определенному моменту времени.
- Параметры — постоянные и условно-постоянные величины (характеристики оборудования и измерительного тракта, коэффициенты математических моделей, уставки и т.п.), используемые при расчетах и обработке переменных.
- События — отнесенные к определенному моменту времени факты изменения переменной.

Подразделяются на:

- технологические события — значимые для технологического процесса изменения технологической переменной;
- системные события — значимые для функционирования системы контроля изменения системной переменной. Часть событий может одновременно носить технологический и системный характер (например, потеря/восстановление контроля объекта).
- Технологический контроль — сравнение значений технологических переменных с режимными уставками (предельными значениями, допустимыми при нормальной эксплуатации объекта).

3.3 Ограничение доступа к ресурсам программ

В ВК ИВС предусмотрена двухуровневая система защиты от несанкционированного доступа, которая выражается в идентификации пользователя и выделений ему прав в соответствии с его статусом при входе в систему и на этапе вызова вспомогательных программ. С этой целью определены группы пользователей, объединенные по роду своей деятельности и наделенные соответствующими правами для выполнения своих профессиональных обязанностей. По умолчанию в комплексе программ определены следующие группы, представленные в табл. 3.2.

Таблица 3.2 — Разделение персонала по группам доступа программным средствам

Группа персонала	Функции группы
Оператор реактора/турбины	оперативный персонал объекта контроля, непосредственно управляющий технологическими процессами на блоке и получающий необходимую информацию от комплексов ВК ИВС
Начальник смены РЦ	аналогично оператору реактора, но обладающий расширенным, по сравнению с ним, списком допустимых операций

НВАЭС Блок 4	Программно-технический комплекс Информационно-вычислительной системы Программное обеспечение «КРУИЗ СКУ»	Лист 22 из 23
-----------------	--	---------------

Контролирующий физик	основной пользователь системы, использующий результаты её работы для выполнения своих профессиональных обязанностей и, совместно с ремонтным персоналом и сопровождающим программистом, обеспечивающий нормальную работу ПО
Ремонтный персонал	неоперативный обслуживающий персонал, отвечающий за нормальную работу ПО и выполняющий все действия по обслуживанию, диагностике и восстановлению работоспособности
Дежурный инженер смены	аналогично начальнику смены РЦ, но обладающий расширенным, по сравнению с ним, списком допустимых операций
Сопровождающий программист	администратор системы, обладающий максимальными правами по управлению функционированием системы

Представленный список групп может быть скорректирован пользователем системы на любом этапе эксплуатации системы: расширен за счет введения новых групп, сокращен удалением группы, изменен за счет их переименования. Для группы «Разработчики» пароль для входа и права задаются на этапе разработки системы и не могут быть изменены пользователем.

Возможность выполнения какого-либо действия в ПО конкретным пользователем определяется его принадлежностью к соответствующей группе. Права на выполнение действий группой пользователей задаются системе сопровождающим программистом в разделе «Безопасность» программы *vEdit6*.

Статус пользователя и его права доступа автоматически сбрасываются программой, если после предыдущего ввода пароля был период более 10 минут, в течение которого пользователь не работал с клавиатурой или манипулятором. Время сброса статуса регулируется в настройках ПО и определяется на этапе пуско-наладки системы.

