



Комплекс фазоизмерительный

MI C-1200

Программа BladeRecorderNet



Руководство пользователя

БЛИЖ.409801.015-01 34

2016 г.

Содержание

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ	6
ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	6
ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ	6
УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ.....	7
ПЕРЕЧЕНЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ДОКУМЕНТОВ, С КОТОРЫМИ НЕОБХОДИМО ОЗНАКОМИТЬСЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЮ	8
НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ	9
Виды деятельности и функции, для автоматизации которых предназначена программа.....	9
Условия, при которых обеспечивается применение программы	12
ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	13
Состав и содержание дистрибутивного носителя данных.....	13
Порядок загрузки данных и программ	13
Проверка работоспособности	16
ОПИСАНИЕ ОПЕРАЦИЙ	20
РАБОТА С ПРОГРАММОЙ.....	20
<i>Главное окно программы</i>	20
<i>Общая настройка</i>	25
<i>Настройка ручного режима</i>	33
<i>Настройка автоматического режима</i>	33
<i>Проведение измерений</i>	35
ОПИСАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ функций, комплексов задач (задач), процедур	37
<i>Подключение плагинов и установка серверов OPC</i>	37
<i>Подключение приложений реального времени</i>	37
<i>Метрологический контроль комплекса</i>	39
АВАРИЙНЫЕ ОПЕРАЦИИ	40
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ	40
ССЫЛКИ	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ УПРАВЛЯЮЩЕГО ФАЙЛА	43
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.	46

Термины и определения

событие	философское понятие — то, что происходит в некоторый момент времени и рассматривается как изменение состояния мира. Нечто различается до и после события
пространственное событие	событие, до и после которого пространственное размещение объектов или скорость его изменения качественно различается.
отметчик	Неподвижное устройство, расположенное вблизи траектории движения кромки лопатки или какой-либо другой движущейся метки, формирующее динамический электрический сигнал, зависящий от положения лопатки(метки) в его зоне чувствительности. Наблюдение за сигналом отметчика позволяет фиксировать пространственное событие, связанное с лопаткой.
оцифрованная отметка события (ООС)	Цифровая запись, позволяющая восстановить картину событий. В запись входит значение локальной базы времени, номер канала отметчика событий, идентификатор события и др.
прибытие лопатки	пространственное событие, характеризующееся пересечением кромкой лопатки какой-либо неподвижной точки, оси или плоскости, например, оси отметчика
Дискретно-фазовый метод (ДФМ)	Метод измерения параметров движения объекта посредством измерений дискретных ¹ фаз событий, связанных с этим объектом в повторяющемся процессе. В основе ДФМ лежит фиксация пространственных событий, расчет фаз повторяющегося процесса в моменты событий, и восстановление характера движения объекта, связанного с этими событиями.
тахоотметчик	Отметчик, взаимодействующий с меткой, жестко связанной с колесом ступени турбины. Тахоотметчик формирует одну отметку за оборот колеса, обеспечивая возможность привязки событий, связанных с конкретными лопатками, к фазе вращения колеса.

¹ Каждый цикл повторяющегося процесса порождает одно дискретное значение фиксируемого события.

прецизионный импульс (ПИ)	TTL импульс, формируемый из сигнала отметчика таким образом, что его задний фронт с высокой точностью совпадает с прибытием лопатки (метки). ПИ служит источником формирования оцифрованной отметки.
Модуль формирования прецизионных импульсов (МФПИ)	Модуль, анализирующий сигналы отметчиков и формирующий соответствующие прецизионные импульсы. В крейте МІС-1200 устанавливается два или три таких 8-ми канальных модуля
Период сигнала отметчика	Временной интервал между временами прибытия к отметчику смежных лопаток.
Дискретная разность фаз (ДРФ)	Разность фаз сигналов периферийного и корневого отметчиков, вычисляемая для каждого периода этих сигналов и соответствующая конкретной лопатке (метке).
Приведенная ДРФ	Дискретная разность фаз, приведенная к обороту вала, физический смысл которой состоит в разности фаз для конкретной лопатки, если бы эта лопатка была единственной на колесе. Для равномерно расположенных лопаток приведенная разность фаз меньше в Z^2 раз чем дискретная разность фаз. Для расчетов колебаний лопатки эта величина более удобна, т.к. не зависит от межлопаточного расстояния. При метрологических исследованиях приведенная ДРФ и ДРФ совпадают.
Фазовая отметка о событии (далее фазовая отметка или ФО)	Значение фазы вращения колеса в момент наступления события, например, прибытия лопатки. Вычисляется как приведенная ДРФ между сигналами тахоотметчика и соответствующего отметчика события.
OLE for Process Control (OPC)	Семейство программных технологий управления объектами автоматизации
сигнатура колеса турбины, далее - сигнатура	Совокупность относительных угловых расстояний между лопатками, выраженная в долях полного круга.
Плагин	Дополнительный программный модуль, выполняемый под управлением программы BladeRecorderNet и расширяющий ее функциональность в части обработки результатов измерений
Поверка	Установление пригодности средств измерений к применению, на основании подтверждения соответствующих метрологических характеристик заявленным требованиям

² Z – число лопаток на колесе

Рабочий каталог (папка)	Каталог, содержащий исполняемый модуль программы.
Система Единого Времени (СЕВ)	Комплекс средств, обеспечивающих временную привязку измерительных каналов между отдельными приборами. Состоит из источника сигналов СЕВ, цифровых линий связи и входных каналов СЕВ на приборах.
Тахоканал	Канал комплекса, к которому подключен тахоотметчик.

Введение

Системы регистрации вибраций лопаток дискретно-фазовым методом – ДФМ, могут быть построены на базе фазоизмерительного комплекса (ИВК) типа МИС-1200. В эксплуатационном документе - "Комплекс фазоизмерительный МИС-1200. Руководство по эксплуатации." БЛИЖ.401250.012.001РЭ[2] - описаны принципы построения, работы и управления этим комплексом, а так же правила его обслуживания.

В этом документе ДФМ изложен в минимально требуемом объеме в применении к измерениям виброперемещений турбинных лопаток. Вопросы применения ДФМ для оценки других параметров изложены в книгах по конструированию и диагностике лопаток, а также в многочисленных статьях на эту тему. Для изучения этих вопросов следует воспользоваться любой из множества изданных книг, где эти вопросы детально рассмотрены. В зарубежной литературе метод известен как "blade tip-timing" или ВТТ в применении к турбомашинам.

Настоящее руководство относится к управляющей компьютерной программе комплекса МИС-1200. Наиболее важные слова и фрагменты текста в ней выделены жирным шрифтом.

Разработчик оставляет за собой право вносить в аппаратуру и программное обеспечение изменения с целью повышения их эксплуатационных характеристик без извещения об этом потребителей. Все изменения и дополнения сообщаются по требованию отдельным документом.

Область применения

Программа BladeRecorderNet входит в состав комплекса МИС-1200 и предназначена для управления аппаратной частью (крейтом) комплекса в процессе сбора данных (фазовых отметок) для расчета параметров движения элементов машин с вращающимся ротором с помощью ДФМ. Основным применением комплекса является изучение и диагностика вибраций лопаток турбомашин в авиационных двигателях и энергетических установках. ДФМ позволяет решать эту задачу, используя **неподвижные** отметчики движения кромок лопаток, что обеспечивает низкую стоимость, надежность и отсутствие старения системы измерений, в которую входит комплекс.

Управление комплексом производится для достижения двух характерных целей измерений. Это сохранение отметок о продвижении лопаток в файл для последующей обработки и предоставление текущих отметок для обработки в программах (плагинов) реального времени. Использование комплекса в сочетании с другими программными средствами значительно расширяет этот перечень.

Описание возможностей

В процессе работы программа BladeRecorderNet может осуществлять операции по управлению крейтом МИС-1200:

- распознавание подключаемого крейта и частоты заполнения его внутренних счетчиков;
- выбор каналов для сбора данных;
- включение/выключение сбора данных;
- настройка параметров встроенных в крейт МФПИ;
- настройка параметров сохранения результатов измерений;
- проверка полярности и качества сигналов на входах и выходах каналов МФПИ;
- проверка исправности каналов крейта;
- генерацию тестовых сигналов для проверки исправности комплекса.

Программа обеспечивает выполнение измерительных функций:

- поступивших оцифрованных отметок событий - ООС в виде файла установленного формата с заголовком и комментарием;
- выбор двух пар из совокупности всех отметчиков для измерения приведенных ДРФ по этим парам в реальном времени;
- измерение приведенных ДРФ (фазовых отметок) сигналов поступающих по отдельным каналам от отметчиков лопаток и отметчиков оборотов (тахосигнал);
- расчет и отображение статистики виброперемещений лопаток по измеренным приведенным ДРФ;
- передачу измеренных данных в подключаемые к программе плагины реального времени, разработанные для конкретных применений и осуществляющие расширенную обработку;
- рассылку служебных данных в приложения реального времени, имеющих возможность получать ООС напрямую из буфера программы³, также разработанные для конкретных применений и осуществляющие расширенную обработку;
- синхронизацию измерения с системами единого времени, дешифрируя ООС кодовых посылок сигналов этих систем;
- регистрацию и обслуживание ОРС – сервера для передачи результатов расчетов параметров вибраций в другие технологические системы.

Уровень подготовки пользователей

К работе с программой допускаются лица, уверенно владеющие компьютером под управлением операционных систем Microsoft Windows, допущенные к работе с МИС-1200, ознакомившиеся с документом “Комплекс фазоизмерительный МИС-1200. Руководство по эксплуатации” и знающие принцип работы исследуемой машины, а также места установки и коммутацию отметчиков на ней.

Для настройки программы требуется знание принципов измерений с помощью ДФМ. Квалификация инженера в области, связанной с исследуемым объектом в большинстве случаев оказывается достаточной для работы с комплексом.

³ с использованием технологии FileMapping

Перечень эксплуатационных документов, с которыми необходимо ознакомиться пользователю

Для работы с программой необходимо ознакомиться со следующими документами.

1. Руководство по эксплуатации крейта МІС-1200.
2. Настоящее руководство.
3. Конструкторский документ, содержащий схема размещения отметчиков на турбине и схему подключения отметчиков.
4. Основные сведения по работе турбины.
5. Литература по ДФМ.

Назначение и условия применения программы

Виды деятельности и функции, для автоматизации которых предназначена программа

Программа предназначена для автоматизации сбора данных при измерении вибраций лопаток турбин с помощью аппаратуры НПП Мера, в частности - комплекса МС-1200. Комплекс МС-1200 [2] состоит из крейта с набором МФПИ (модули формирования прецизионных импульсов), контроллером ME-033 и необходимыми блоками питания, и удаленного компьютера с программой BladeRecorderNet. Крейт предназначен для работы в компьютерной сети Ethernet, к которой подключается с помощью встроенного контроллера ME-033. Управление каждым крейтом осуществляется отдельным экземпляром (инсталляцией) программы BladeRecorderNet, работающим на удаленном компьютере.

Для измерений используется дискретно-фазовый метод, основанный на измерении фазового сдвига между сигналами выбранных пар отметчиков, установленных в непосредственной близости от траектории торцов лопаток турбины. Один из отметчиков пары определяется как корневой, другой – как периферийный (рис.1).

Измерения виброперемещений лопатки основаны на измерении дуги отклонения лопатки в момент пересечения ее корня с осью неподвижного корневого отметчика. Отклонение лопатки обуславливает сдвиг сигнала периферийного отметчика относительно сигнала корневого отметчика. Период T сигнала корневого отметчика зависит от числа лопаток Z , которое, в свою очередь определяет межлопаточное расстояние ($L=2\pi R/Z$), и от скорости вращения вала ω .

Как видно из рисунка форма сигналов отметчиков в общем случае несинусоидальна, хотя при увеличении числа лопаток она стремится к таковой. Поэтому работа измерителя фазы должна использовать метод преобразования фазового сдвига во временной интервал [1].

В случае, представленном на рисунке 1, в процессе вращения вала сигнал периферийного отметчика от i -й лопатки опередил сигнал корневого датчика. Из геометрических соображений понятно, что размер дуги прогиба, который требуется измерить, определяется разностью фаз сигналов периферийного и корневого отметчиков, и получается умножением его на длину межлопаточного расстояния, измеренного по траектории движения периферийных кромок лопаток.

$$\Delta L = L * \frac{\Delta T}{T} = L * \Delta \varphi / 360 \quad (1a)$$

$$\Delta L = L * \frac{\Delta T}{T} = 2\pi R * \Delta \varphi_{\text{пр}} / 360 \quad (1б)$$

где $\Delta \varphi$ – дискретное значение разности фаз (ДРФ) сигналов периферийного и корневого отметчиков, причем каждая дискрета соответствует определенной лопатке, а $\Delta \varphi_{\text{пр}} = \Delta \varphi / Z$ - приведенная (к периоду оборота вала) разность фаз (приведенная ДРФ).

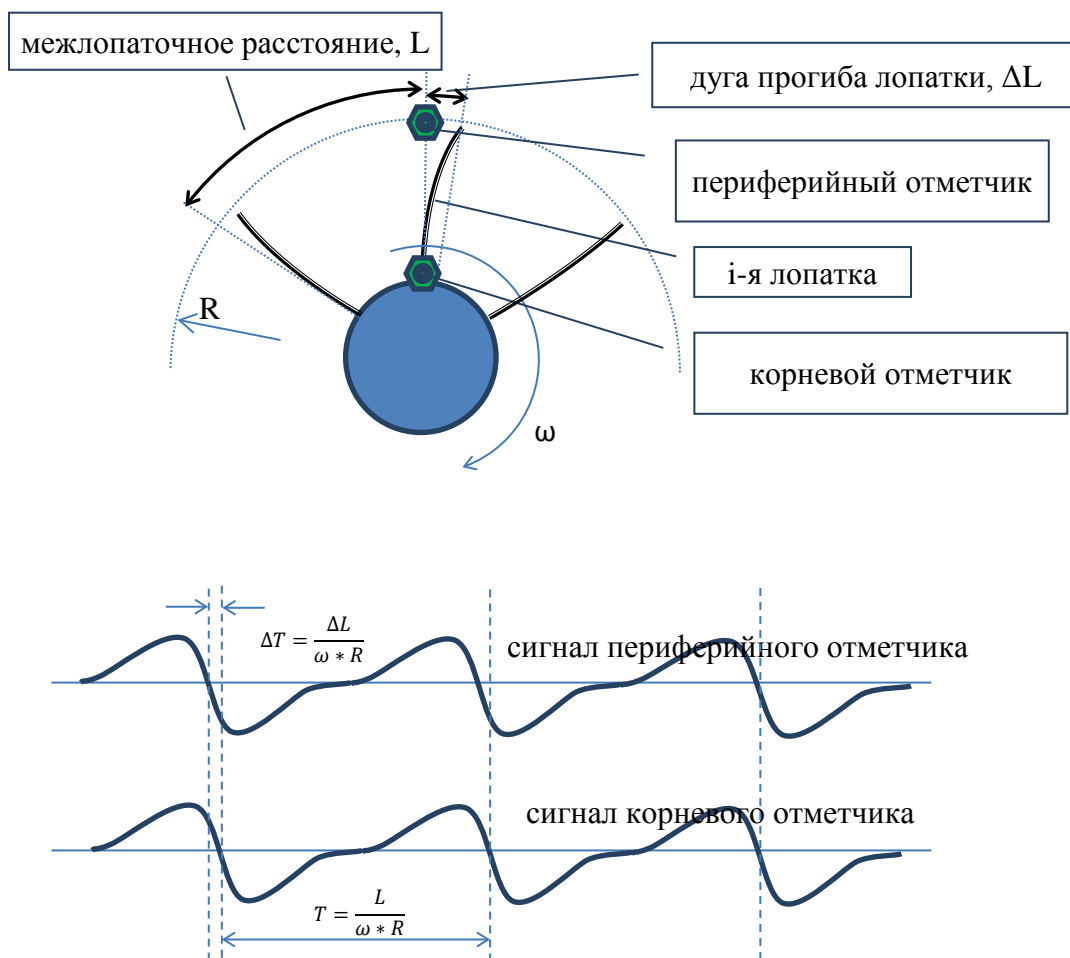


рис.1 Схема измерений прогиба лопатки

Таким образом, измерение ДРФ позволяет рассчитать параметры движения лопатки, и оценка колебаний лопаток производится по разности фазовых отметок, сформированных отметчиком, установленным в корневой части лопатки (корень), и отметчиком, установленным в районе концевой части лопатки (вершина). Для привязки сигналов к конкретной лопатке и для расчета приведенных ДРФ в турбине используется оборотный отметчик (одна отметка за оборот турбины). Счет лопаток осуществляется по событиям на канале корневого отметчика.

Важнейшими элементами измерительной системы на основе ДФМ являются модули МФПИ, участвующие в формировании оцифрованных отметок из поступающих на их вход сигналов индукционных (емкостных) отметчиков, установленных на турбине. Для оцифровки отметки формируется прецизионный импульс (ПИ) TTL уровня, задний фронт которого соответствует моменту прибытия лопатки.

Количество модулей МФПИ и, соответственно, число каналов⁴ определяется пользователем и зависит от конкретной реализации измерительной системы.

На рисунке 2, приведенном ниже, упрощенно иллюстрируется процесс формирования ПИ в модуле МФПИ, позволяющий в протяженном сигнале отметчика выделить момент события прибытия лопатки.

Обработка сигнала в МФПИ происходит следующим образом (рис.2):

В состав МФПИ входит пиковый детектор, который формирует из усиленного сигнала огибающую сигнала, из которой впоследствии формируется порог обнаружения события (пунктир). Скорость спада (постоянная времени) огибающей определяется аппаратной частью и составляет приблизительно 2 с.

Уровень обнаружения события формируется делением огибающей сигнала. При достижении сигналом этого уровня срабатывает компаратор обнаружения, который инициализирует формирование переднего фронта ПИ. Задний фронт ПИ, представляющий собой момент времени события (времени прибытия лопатки), формируется при пересечении сигналом отметчика нулевого уровня сверху вниз. Любые другие пересечения сигналом отметчика нулевого уровня не скажутся на выходном сигнале МФПИ, если перед этим уровень обнаружения не был превышен.

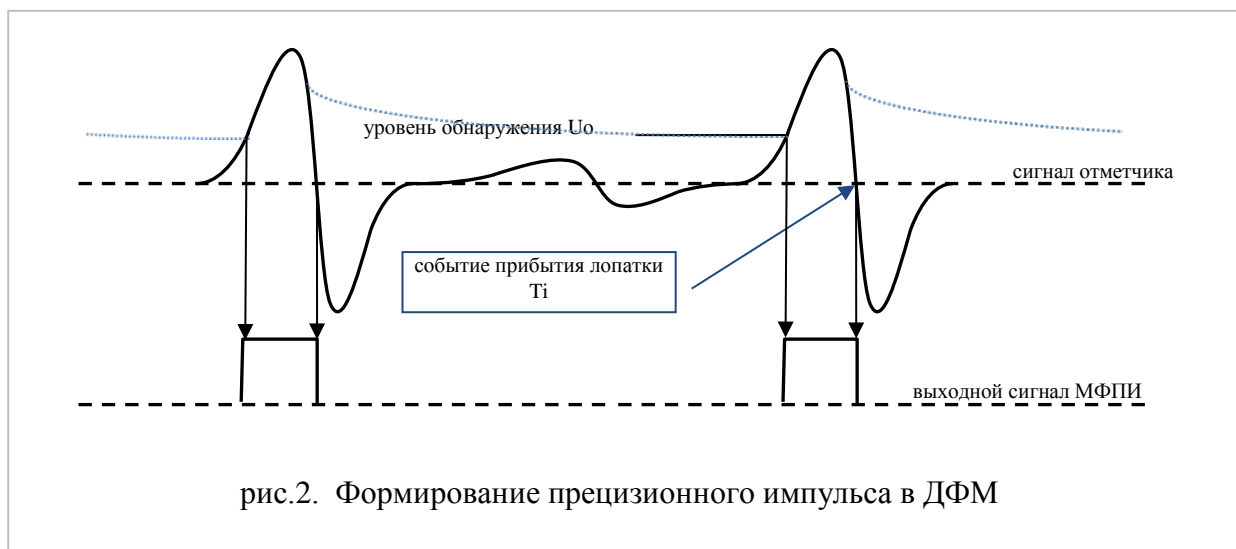


рис.2. Формирование прецизионного импульса в ДФМ

Таким образом, задний фронт выходного импульса МФПИ соответствует моменту перехода отклика отметчика через нуль, что соответствует моменту наибольшего приближения лопатки к отметчику.

Моменты, соответствующие задним фронтам ПИ оцифровываются быстродействующими логическими схемами в контроллере МС-1200 и считываются настоящей программой, которая формирует из них порции ООС и впоследствии преобразует их в фазовые отметки для расчета движения лопаток.

Программа, в процессе управления крейтом, позволяет изменять усиление сигнала отметчика и уровень обнаружения как долю от огибающей сигнала отметчика.

Кроме каналов с МФПИ крейт имеет дополнительные каналы, способные принимать ПИ непосредственно с входного разъема на крейте. Эти импульсы оцифро-

⁴ Все МФПИ производства НПП "Мера" являются восьмиканальными.

ываются также, как и импульсы, поступающие из каналов МФПИ. Дополнительные каналы используются, если ПИ формируются во внешнем МФПИ, или при необходимости фиксации каких-либо специальных событий без пересчета их в фазовые отметки, например, для распознавания импульсных кодовых посылок единого времени.

Совместно с программой BladeRecorderNet могут использоваться плагины и отдельные приложения реального времени, разрабатываемые по требованиям отдельных пользователей системы для специальной обработки данных.

Программа BladeRecorderNet может работать в интерактивном или автоматическом режиме. В первом случае она, как правило, используется при проведении исследовательских, отладочных и метрологических работ с последующей обработкой файлов программами BladeProcessor и DoctorBlade, во втором – для непрерывной диагностики лопаточного аппарата одновременно с работой программ из набора плагинов серии "BladeDiagnostics" на удаленной операторской станции.

При разработке окон программы использована концепция "виртуальный прибор". Поэтому термины "щелкнуть мышкой по кнопке" и "нажать кнопку" в этом документе равнозначны.

Условия, при которых обеспечивается применение программы

Для работы программы требуется персональный компьютер с характеристиками не хуже чем: CPU 1ГГц, RAM 2Гб, HDD 500Гб под управлением ОС Windows XP или старше. Рекомендуемая конфигурация CPU Core i5 / 4Гб / 2Тб / DVDRW / LAN 1 Гбит / ОС Windows 7

Программа подразумевает региональные установки операционной системы, соответствующие следующей таблице (стандарты территории России)

ЧИСЛА	
разделитель целой и дробной частей	,
количество дробных знаков	2
разделитель групп разрядов	
количество цифр в группе	123456789
признак отрицательного числа	-
формат отрицательного числа	-1,1
вывод нулей в начале числа	0,7
разделитель элементов списка	;
система единиц	метрическая
ВРЕМЯ	
формат времени	Н:мм:ss
разделитель компонентов времени	:
ДАТА	
краткий формат	dd.ММ.уууу
полный формат	d ММММ уууу 'г.'

Подготовка к работе

Состав и содержание дистрибутивного носителя данных

Программа может устанавливаться с любых носителей данных, которые доступны для операционной системы и которые содержат файл-инсталлятор BladeRecorderNet-3.00.0-installer.exe, доступный для считывания на сайте производителя. Файл-инсталлятор содержит в себе исполняемые файлы программы BladeRecorderNet, необходимые динамические библиотеки, загружаемые прошивки для крейта МС-1200, некоторые плагины, специальные файлы конфигурации и ресурсы для создания пунктов меню программ и иконок.

Порядок загрузки данных и программ

Установка происходит в интерактивном режиме после запуска программы установки BladeRecorder-3.00.0-installer.exe. На одном компьютере может быть установлено более чем один экземпляр (instance) программы BladeRecorderNet, что позволяет этому компьютеру одновременно управлять соответствующим количеством крейтов. При этом желательно устанавливать экземпляры программы в разные каталоги. Для этого в начале установки установщик просит ввести имя инсталляции. Рекомендуется нумеровать инсталляции следующим образом: BladeRecorderNet-1, BladeRecorderNet-2 и т.д. При выборе каталога установки установщик предлагает выбрать или создать каталог, названный по имени инсталляции, который, тем не менее, может быть назван по желанию пользователя.

При установке создаются ярлыки (пиктограммы) в стартовом меню программ, в группе “Меню\<имя установки>” и на рабочем столе, которые позволяют запускать программы и деинсталлировать ее с компьютера.

Таблица1

Название ярлыка	Пиктограмма	Назначение	Файлы конфигурации	
			*.ini	*.rbd
<Имя установки>		Запуск в рабочем режиме	Default.ini	Выбирает оператор при настройке программы
<Имя установки> - test		Запуск в режиме самотестирования	selftest.ini	selftest.rbd
<Имя установки>-metrology		Запуск для проверки	phasemeter.ini	phasemeter.rbd

В таблице 1 приведен набор ярлыков, позволяющих с помощью соответствующих файлов конфигурации запустить программу в требуемом режиме.

Установка программы в операционных системах Win7 и Win10 должна производиться с предоставлением оператору прав администратора.

Для обновления версии программы нет необходимости удалять программу с компьютера. Для этого достаточно произвести повторную установку программы с помощью обновленной программы-инсталлятора, используя прежнее имя инсталляции. При этом старые файлы будут заменены новыми.

Удаление инсталляций программы осуществляется через запуск программы деинсталляции с тем же именем uninstall, плюс имя инсталляции.

При установке программы на диске C: компьютера создается каталог C:\BLD, который является хранилищем результатов измерений по умолчанию. Предопределенные файлы конфигурации установщик записывает в рабочую папку программы.

При поставке фазоизмерительного комплекса на управляющий компьютер устанавливается антивирусная программа. Антивирусные программы контролируют записываемую на диск информацию и при этом сильно замедляют процесс записи данных на диск. Большинство таких программ допускают исключение из проверки процессов записи на определенные директории диска. Поэтому для нормальной работы BladeRecorderNet следует внести в список исключений и тем самым отключить проверку файловой системы в каталоге C:\BLD и в каталогах с установленными экземплярами программы. Кроме того, следует разрешить программе BladeRecorderNet обмен данными через адаптер сети, через который осуществляется связь с прибором MIC-1200 в брандмауэре Windows и фаерволах других производителей, если таковые установлены⁵.

При установке программы установщик предлагает ввести IP адрес крейта, с которым предполагается работать. Если это не было сделано, или сделано неправильно, исправить адрес можно отредактировав файл *.ini и правильно установить параметр 'plata', представляющий собой IP-адрес используемого контроллера крейта. На следующем этапе установщик попросит выбрать правильный вариант прошивки логической части контроллера, обрабатывающих события. Все варианты прошивки будут подготовлены в рабочей директории программы и поэтому выбор прошивки также можно в последствии исправить в файлах *.ini. За выбор прошивки отвечают параметры "MicDirectory" и "MicDirectory-80", представляющие собой пути к прошивкам контроллера для исполнений 001 (24 канала) и 002(16каналов).

Если в дальнейшем предполагается задействовать программу для сбора данных в реальном времени, можно установить встроенный в нее OPC сервер, который позволит подключенным плагинам передавать текущие измерения в технологические системы объекта. OPC DA сервер поддерживает технологию OPC (OLE for Process Control) и соответствует спецификации 1.0. Чтобы клиенты могли считывать текущую информацию сервер должен быть зарегистрирован в системе. Однако, так как регистрация сервера связана с указанием исполняемого файла (в нашем случае это инсталляция программы BladeRecorderNet) и указанием к какому из приборов

⁵ Антивирусные программы и фаерволы часто устанавливаются по требованию IT-служб предприятия, эксплуатирующего комплекс.

МІС-1200 относятся данные этого сервера, процесс регистрации OPC сервера следует производить после настройки измерительного комплекса.

Регистрация производится соответствующей программой BladeRecorderNet при указании в командной строке параметра «rgsvr». Для упрощения процедуры в рабочую папку программы при установке заносится исполняемый файл OPCserverregistration.bat, запускаемый щелчком мыши. Отмена регистрации установленного для данной инсталляции сервера производится с помощью параметра командной строки «unrgsvr» или запуском другого исполняемого пакетного файла OPCserverunregistration.bat, находящегося в том же каталоге. После регистрации OPC DA сервера его наличие контролируется программами OPC-клиентов. Имя OPC сервера имеет вид “Mera.LMZ(*).1”, где * заменена последней цифрой из IP адреса крейта.

Для корректной работы OPC серверов необходимо настроить сетевые параметры и параметры безопасности DCOM. Настройка параметров DCOM выполняется с помощью служебной команды(утилиты) "dcomcnfg". Для запуска "dcomcnfg" нажмите на клавиатуре Win+ R, чтобы открыть окно запуска программ из командной строки и наберите "dcomcnfg". Настройка параметров DCOM довольно сложна и для ее осуществления следует привлечь системного программиста. Пример настройки можно найти в Интернет, например по адресу <http://www.aggsoft.ru/asdl-dcom-opc-config-4.htm>. Если клиентом OPC является СКАДА GENESIS32 фирмы Iconics процедура настройки может быть ограничена установкой и настройкой пакета Iconics Tools этой фирмы.

Проверка работоспособности

Для проверки работоспособности комплекса предусмотрен встроенный тест цифровой части и поканальная проверка от имитатора сигнала отметчика. Проверка работоспособности охватывает только аппаратуру крейта и не подтверждает работоспособность подключенных к его входам кабелей, отметчиков, адаптеров, кроссировочных средств.

Проверка работоспособности комплекса проводится в два этапа. На первом этапе проверяется работа цифровой части системы, на втором работоспособность каналов МФПИ. Проверка работоспособности не требует подключения к входам прибора каких-либо сигналов.

Тестирование цифровой части

Проверка цифровой части, включая логику оцифровки контроллера, производится с помощью встроенного генератора тестовых сигналов. Тестовые посылки генерируются контроллером крейта и подаются на его же входы в качестве ПИ. При этом модули МФПИ крейта не задействуются. Тестирование осуществляется в режиме сбора данных (осциллографирование выключено). Параметры тестового сигнала таковы:

Тахосигнал имитируется на входе 1-го канала контроллера с частотой 36621,1 об/сек (610,35Гц).

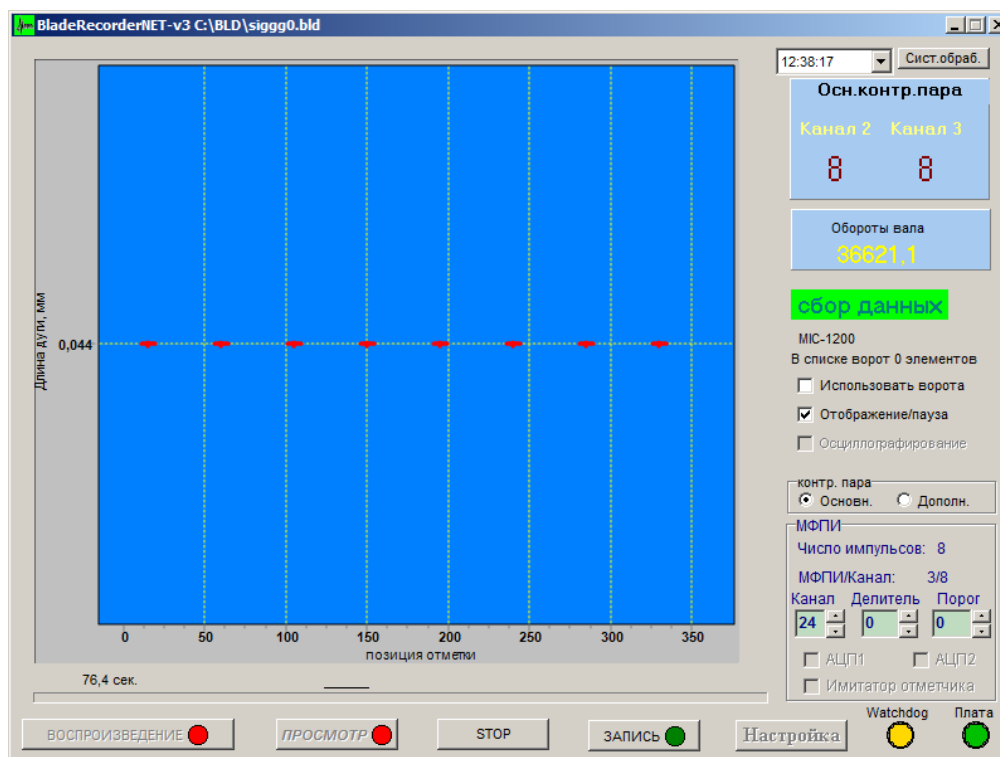


рис.3. Окно BladeRecorderNet при работе с конфигурацией selftest.rbd

На оставшиеся 25 каналов⁶ подаются сигналы имитирующие наличие 8 событий (лопаток), причем имитируется небольшой сдвиг отметчиков смежных каналов на $0,044^\circ$. Суммарный поток тестового сигнала составляет 122,68 тыс. событий в секунду, что находится на грани 50% допустимой загрузки системы. Для снижения потока следует исключить из сбора данных требуемое число каналов.

Для ручного включения тестирования необходимо загрузить настройки из файла `selftest.rbd`, поставляемого вместе с программой⁷. При открытии файла с таким именем из диалога настройки, тест включается автоматически. Файлы с названием `selftest` размещаются в рабочем каталоге программы при ее инсталляции. Более удобно воспользоваться иконкой запуска программы в режиме самотестирования.

При прогоне теста окно программы выглядит таким как показано на рис.3

Диаграмма представляет собой развертку одного оборота вала. **Ось X** имеет длину, равную длине траектории конца лопатки, начало оси соответствует отметки от отметчика оборотов. В приведенном примере диаметр колеса равен $360/\pi = 114,6$ мм и длина траектории численно равна 360мм, что удобно для наблюдения фазы. В случае рис.3 видно, что позиции отметок равномерно распределены по обороту через 45 угловых градусов.

Конфигурационный файл `selftest.rbd` включает в отображаемую пару 2-й и 3- каналы приема событий и на рисунке видны приведенные разности фаз для этой пары, равные $0,044^\circ$, 8 событий, имитирующих 8 лопаток и повторяющихся с имитируемой частотой вращения вала 36621,1 об/сек. В этом файле заложен диаметр колеса турбины, равный 114,6 мм. При таком диаметре длина окружности колеса составит $114,6\text{мм} \cdot \pi = 360\text{мм}$. Поэтому по **оси Y** мы наблюдаем размеры дуги, численно равные ее размерам в угловых градусах.

В процессе просмотра экрана в режиме сбора данных возможна манипуляция пределами шкалы с помощью мыши. При этом двойной клик на диаграмме переключает режим вертикальной оси из автоматического в ручной и обратно.

Кроме того, однократный клик убирает и встраивает в диаграмму расстояние между отметчиками пары, позволяя наблюдать либо изменяемую часть диаграммы, либо ее полную картину, включающую нулевую точку.

Тестирование каналов МФПИ

Тестирование каналов проводится в режиме осциллографирования, для чего требуется перезапустить сбор данных с установленной галочкой «осциллографирование». Подключение в выбранному каналу одного из двух АЦП производится галочками «АЦП1» или «АЦП2», а подача на вход этого канала сигнала, имитирующего сигнал отметчика – галочкой «Имитатор отметчика». На АЦП подается усиленный в МФПИ сигнал. Окно программы при этом должно принять вид, показанный на рис. 4. Сигналограммы (треки) АЦП показаны белым цветом, треки ПИ – цветные.

⁶ ПИ подаются на входы контроллера, поэтому число каналов максимально и не зависит от количества установленных МФПИ. Однако в версиях с 2-мя МФПИ часть каналов не доступна для просмотра.

⁷ Для тестирования нет необходимости перенастраивать программу, изменяя файл конфигурации. Этот процесс будет рассмотрен ниже.

На рисунке 4 можно наблюдать форму импульсов имитатора по 1-му каналу МФПИ (верхний белый трек) и формируемые соответствующие ПИ (желтый трек). Для проверки управляемости канала следует изменять значение делителя и наблюдать при этом изменение амплитуды сигнала отметчика. Проверка должна быть проведена для всех каналов, использующих МФПИ. Дополнительные каналы, таким образом, проверены быть не могут. Тем не менее, их можно проверить, подавая импульсы от генератора импульсов на соответствующий вход разъема контроллера, и наблюдая эти импульсы на желтом или зеленом треках ПИ. Цвета треков ПИ совпадают с цветом информации на транспаранте контрольной пары. Имеется возможность сохранения треков обоих АЦП в файл формата Mera для его просмотра в WinПос. Для этого надо нажать кнопку "Запись" во время просмотра осциллограмм. Запись с названием "ADC" создается в папке, указанной в конфигурации, как место записи файла .bld. Буферы обоих АЦП⁸ при этом записываются как параметры "ADC1-ch+ номер канала" и "ADC2-ch+ номер канала". Если запись "ADC" уже существует, новые параметры просто добавляются в нее.

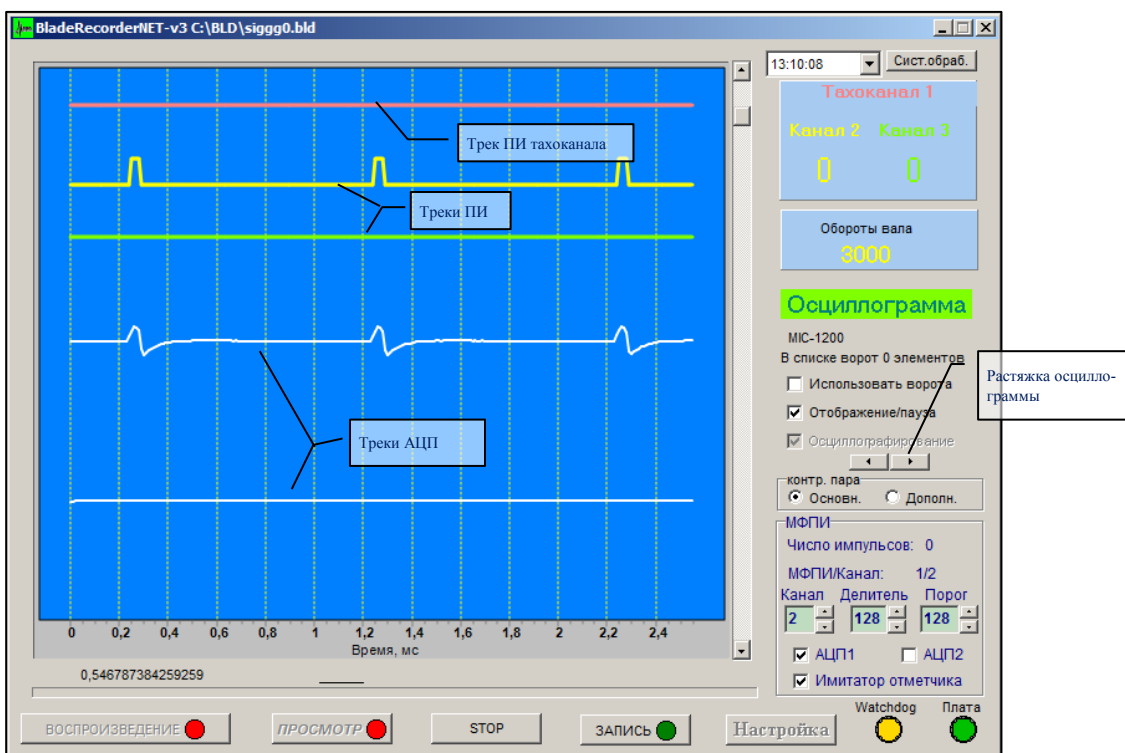


рис.4. Окно BladeRecorderNet при проверке каналов МФПИ

Проверка подключенных отметчиков

При проверке комплекса в рабочих условиях проводится дополнительный этап проверки - проверка подключения отметчиков. Проверка проводится для тех каналов, которые будут использованы для измерений и состоит из двух действий, производимых на каждом канале:

- проверка полярности сигнала отметчика для правильной работы МФПИ;

⁸ Размер буфера АЦП равен 1024 отсчета.

- установка усиления каналов.

Для проведения этой проверки следует обеспечить вращение вала турбомашин или имитацию прохождения лопаток путем имитации движения лопаток вблизи отметчика. Задача проверки полярности заключается в наблюдении сигнала канала в режиме осциллографирования и фиксации наличия положительной или отрицательной сигнала перед отрицательной.

Управлять параметрами МФПИ, следует используя для панель управления МФПИ. Управление происходит поканально. Для управления необходимо выбрать управляемый (оперативный) канал. При этом, в надписи на той же панели индицируется соответствующий номер МФПИ и его канал. Для дополнительных каналов вместо номера МФПИ ставится прочерк. Аналоговый выход МФПИ также переключается на управляемый канал. Управляться может коэффициент усиления (делитель) и порог обнаружения события. Если сигналы, поступающие по какому-либо каналу, зашумлены или имеют искажения, программа может принимать помеху за событие от лопатки, или наоборот, пропускать события. В этом случае следует так настроить коэффициент усиления и порог, чтобы программа надежно принимала требуемое число событий в обороте. Число принимаемых событий отражается в первой строке панели управления МФПИ.

В каналах, в которых отрицательная полуволна сигнала приходит раньше положительной следует поменять полярность подключения отметчиков. Если в канале используется емкостный отметчик, адаптер и кабели изготовления НПП «Мера» правильная полярность соблюдается автоматически.

Установка уровня усиления каналов возможна при номинальных оборотах турбомашин в перерывах между измерениями. Сигнал отметчика не должен иметь «подрезов» и в тоже время занимать не менее десятой части высоты окна программы. При измерениях на переходных режимах программа может автоматически изменять усиление сигнала. Для включения этой возможности служит параметр "autogain" в файле конфигурации.

Описание операций

Работа с программой

Главное окно программы

Запуск программы осуществляется как запуск любого приложения операционной системы. Наиболее удобно это делать "щелкнув" мышкой на ярлычке программы в ручном режиме, или поместив ярлык программ в раздел "Автозапуск" – в автоматическом режиме. Запускаемым файлом является BladeRecorderNet.exe. В качестве параметра в командную строку может быть добавлено имя файла конфигурации программы *.ini. При отсутствии параметров командной строки конфигурация будет считана из файла "default.ini".

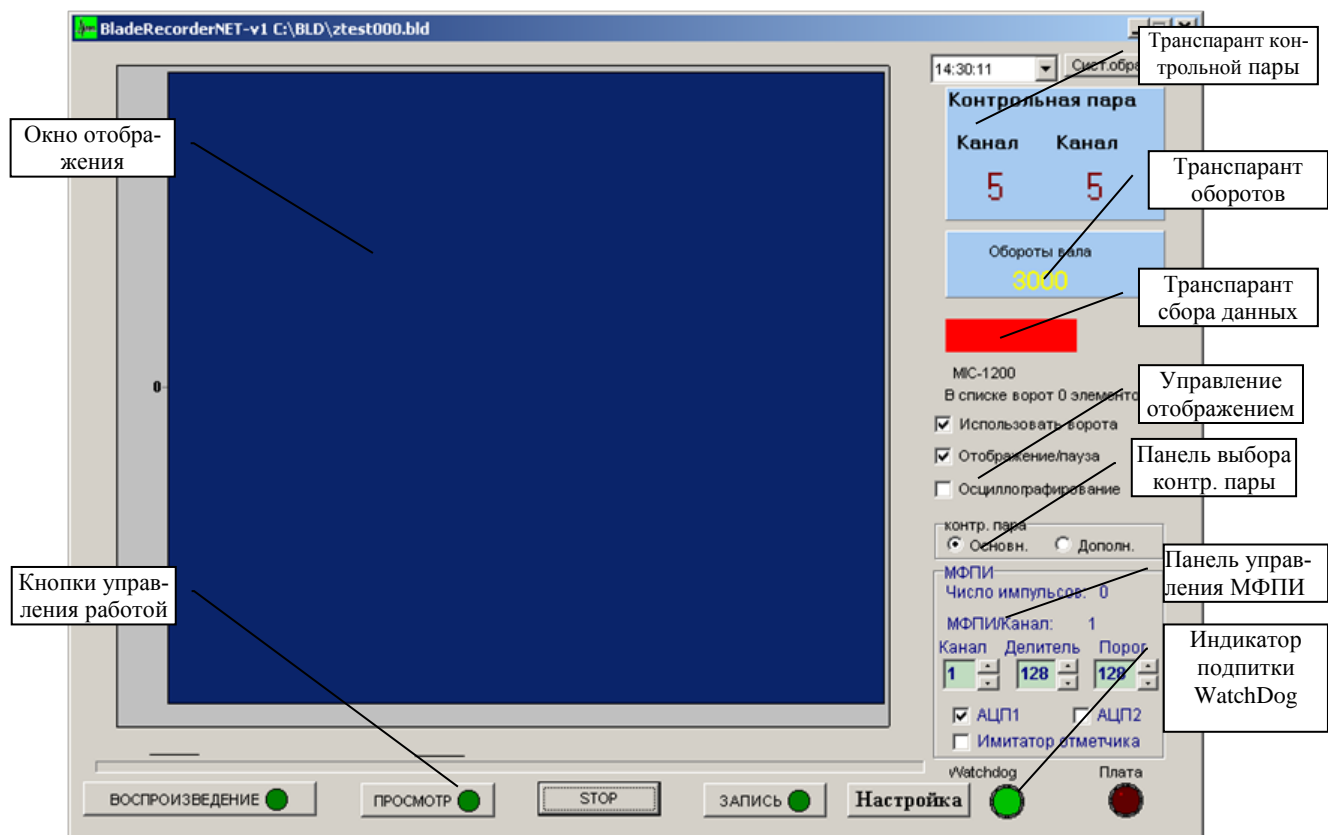


рис.5. Главное окно программы.

Программа может находиться в одном из трех режимов: в режиме останова, режиме (асинхронного) сбора данных, или в режиме осциллографирования. Режим настройки программы совмещен с режимом останова.

На рисунке 5 показано главное окно программы в режиме останова. Его стандартный размер равен 800x600 пикселей. В верхней части окна в системной панели записывается название программы и путь к записываемому файлу. Окна программы в режиме сбора данных и в режиме осциллографирования были представлены на рис.3 и рис.4 соответственно.

Формат текста и цвет круглой метки на кнопках управления программой не случайны. Если текст набран курсивом, значит последний раз нажималась эта кнопка и программа работает в соответствующем режиме (на рис.4 – режим «Просмотр»). Красный цвет круглой метки означает невозможность её нажатия, а зеленый – наличие возможности перехода в этот режим.

В режиме сбора данных (просмотр или запись) в окно отображения выводится диаграмма статистики значений расстояния между отметчиками пары, рассчитанной для каждой лопатки. Расчет расстояний производится для двух пар отметчиков – основной и дополнительной. Состав этих двух пар и тахоканал задаются в конфигурации оборудования. На экран можно выводить расчеты по любой из этих двух пар, меняя их в процессе сбора данных. Настройка этих пар производится по упрощенной схеме, и их обработка производится для визуализации процесса работы программы и сохранения преемственности с прибором «Элура», являющимся прототипом систем, использующих ДФМ [3].

В случае, когда необходимо на короткое время приостановить обновление изображения – это можно сделать, убрав галочку "отображение". Выключение отображения данных можно также применять для «замораживания» картинку при необходимости рассмотреть детали быстроменяющегося изображения.

В режиме сбора данных с помощью мыши можно управлять пределами шкалы Y. Двойной клик левой кнопкой переключает шкалы между автоматическими пределами и пределами, заданными настройкой пар. Одиночный клик левой кнопкой включает-выключает нулевую точку шкалы в автоматическом режиме шкалы.

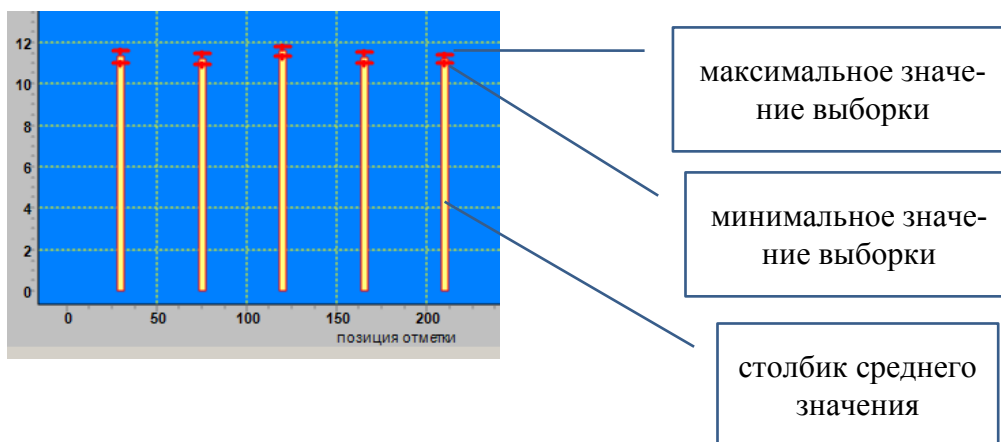


рис.б. детали отображения фазовой отметки.

В процессе просмотра с заданными пределами, картинку можно сдвинуть вверх-вниз, зажимая ее правой кнопкой мыши.

На рисунке 6 показаны детали отображения статистики фазовой отметки. Объем выборки из последних рассчитанных значений задается в настройках («След»).

Для проверки наличия сигналов отметчиков (диагностика отметчиковой части) предусмотрен режим "осциллографирование", при котором на диаграмме отображается поведение канальных сигналов во времени. Этот режим включается при наличии соответствующей галочки «осциллографирование» в момент включения режима просмотра или записи. В этом режиме программа использует синхронный опрос цифровых и аналоговых каналов с частотой 100, 200 или 500 кГц. Частота опроса АЦП устанавливается загрузкой варианта прошивки, соответствующего параметру «MicDirectory» («MicDirectory»-80) конфигурирующего .ini файла.

В режиме осциллографирования в окно отображения выводятся цветные сигналограммы (треки) логических уровней ПИ и белые сигналограммы (треки) аналоговых входных, после усиления, сигналов МФПИ. Белые треки являются продуктом преобразований в встроенных АЦП1 и АЦП2.

Верхняя сигналограмма показывает состояние ПИ от отметчика, выбранного в качестве тахоотметчика для контрольных пар, лежащие ниже две сигналограммы показывают ПИ смежных каналов, выбранных с помощью вертикального бегунка. Номера выбранных каналов индицируются на транспаранте контрольной пары соответствующим цветом. Вертикальный бегунок появляется только в режиме осциллографирования.

Выбор каналов для белых треков производится из группы управления "МФПИ" путем установки галочки "АЦП1" и "АЦП2". При установке этих галочек входы встроенных АЦП подключаются к операбельным, т.е. доступным для управления, каналам. Установка отметок доступна только в режиме осциллографирования.

В группу элементов управления "МФПИ" объединены элементы, управляющие работой МФПИ. В окне «Канал» выбирают операбельный канал МФПИ. В окнах - регуляторах «делитель» и «порог» устанавливаются параметры этого канала. Оба регулятора меняют свои значения в пределах от 0 до 255 с переменным шагом⁹. Значение 0 в регуляторе «делитель» соответствует максимальному усилению сигнала и применяется при слабых сигналах отметчика. Такое же значение в регуляторе «порог» соответствует минимальному порогу обнаружения сигнала, при котором даже малые флуктуации сигнала отметчика будут восприниматься как наличие события. Управление коэффициентом усиления и порогом обнаружения доступно, если параметр **tuning_is_enable** в файле конфигурации *.ini равен 1. Таким образом, подобрав требуемые параметры можно запретить их дальнейшее изменение недостаточно квалифицированным персоналом.

Входные каналы МФПИ нумеруются с 1 до 24. Канал МФПИ с 1-го по 8-й относятся к первому МФПИ, с 9-го по 16-й – ко второму, с 17-го по 24-й – к третьему, если таковой установлен в используемой версии прибора.

Канал прибора, операбельный в данный момент, отображается в окошке «канал». Выше, в надписи канал МФПИ выводится через дробь соответствующие номер МФПИ и номер канала внутри этого МФПИ.

Форму сигнала отметчика (после первичного усиления) можно просмотреть с помощью любого из двух встроенных в прибор АЦП в режиме осциллографиро-

⁹ Значения являются условными.

вания. Для этого следует установить галочки «АЦП1» или «АЦП2». При установке галочки происходит подключение входа соответствующего АЦП к аналоговому выходу операбельного канала МФПИ.

При выборе операбельных каналов в группе «МФПИ» номер канала крейта и номер канала МФПИ меняются в соответствие с выбранным каналом.

В группе «МФПИ» также можно выбрать дополнительные каналы, которые не являются операбельными, но позволяют просматривают количества событий на них. Номера дополнительных каналов следуют за последним каналом МФПИ. Вместо номера МФПИ ставится прочерк.

Если на соответствующем канале отсутствует сигнал отметчика, или его параметры неизвестны, проверить работу канала можно, подключив его вход к шине имитатора отметчика. Для этого следует установить галочку «Имитатор отметчика».

Галочки управления АЦП и имитатором отметчика активны только в режиме осциллографирования.

Транспарант сбора данных отражает темп поступления из крейта МІС-1200 пакетов с данными. При поступлении очередного пакета данных транспарант меняет цветовой оттенок.

Отметка "Использовать ворота" служит для включения проверки попадания ФО от лопатки контрольной пары в разрешенные угловые диапазоны, записанные в специальном файле угловых ворот. Этот файл генерируется программой DoctorBlade и связывается с программой BladeRecorderNet при настройке. Технология использования угловых ворот описана в руководстве к программе DoctorBlade [4].

В режиме записи сигналов в файл, в любом случае, поступающие из крейта ООС с выбранных каналов, записываются полностью.

В правом нижнем углу располагаются лампы, индицирующие нормальную работу крейта и включение/выключение устройства "Watch dog", встроенного в прибор МІС-1200 для аварийного перезапуска в случае зависания его внутренних программ. Нижние четыре кнопки служат для управления режимами сбора и настройки. Надписи на кнопках отражают их назначение.

В правом верхнем углу окна располагается кнопка вызова обработчика, зарегистрированного в операционной системе для файлов типа *.bld. При установке на компьютер программы DoctorBlade операционная система регистрирует ее в этом качестве.

Слева от нее находится транспарант, индицирующий время. На нем отображается либо текущее время компьютера, либо единое время, при условии подачи кодовых посылок единого времени на один из дополнительных каналов крейта и соответствующей настройки BladeRecorderNet. Выбор варианта отображения времени производится в выпадающем из транспаранта меню.

Если, при попытке закрытия окна программы, производился просмотр или запись, в первую очередь производится перевод в режим "Стоп" и, лишь после второй попытки, закрытие программы.

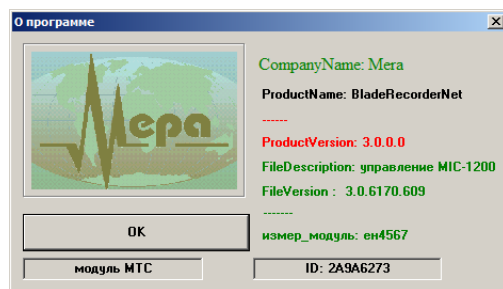


рис.7. Справка "о программе...".

При щелчке правой кнопкой на системной панели окна можно вызвать выпадающее меню дополнительных системных функций. Выбрав пункт "О программе" получают окно (рис.7) информирующее пользователя об используемой программе, из которого можно уточнить ее версию. В этом окне также выводится имя и контрольная сумма (CRC32) ID в шестнадцатеричной нотации для метрологически значимого библиотечного модуля, используемого в расчетах.

Если по какой-то причине измерительный модуль будет нарушен, то ID будет представлен как неправильный. Проверить CRC32 для измерительного модуля, который находится в рабочем каталоге программы, можно системными средствами (если установлена программа NashTab), или приложением, включающем функцию проверки значений CRC32 для файла.

Из того же выпадающего меню можно перезагрузить программу вызвав соответствующий пункт. Эта функция может быть полезна при работе с приложениями реального времени для обеспечения подписки этих приложений на собираемые данные.

Общая настройка

Для конфигурирования программы используются два файла. Текстовый файл с расширением “ini” используется для запуска программы и сохранения ее состояния. Если имя файла не задано в командной строке, программа загружается с использованием файла default.ini. Если и этот файл недоступен для программы, она запускается в конфигурации «по умолчанию». Описание полей настройки текстового файла *.ini приведено в приложении 1. Другие настройки программы запоминаются в файле с расширением “rbd”.

Двоичный файл с расширением “rbd” сохраняет описание объекта являющегося источником отметок и его подключение к комплексу. Целесообразно сохранять этот файл вместе с сохраняемыми файлами событий. Имя и путь к используемому файлу *.rbd показывается в системной области окна настройки программы.

Для входа в режим настройки регистрации необходимо нажать кнопку “**Настройка**”. В результате откроется диалоговое окно настройки, представленное на рисунке 8. Основные настраиваемые параметры скрыты в закладках.

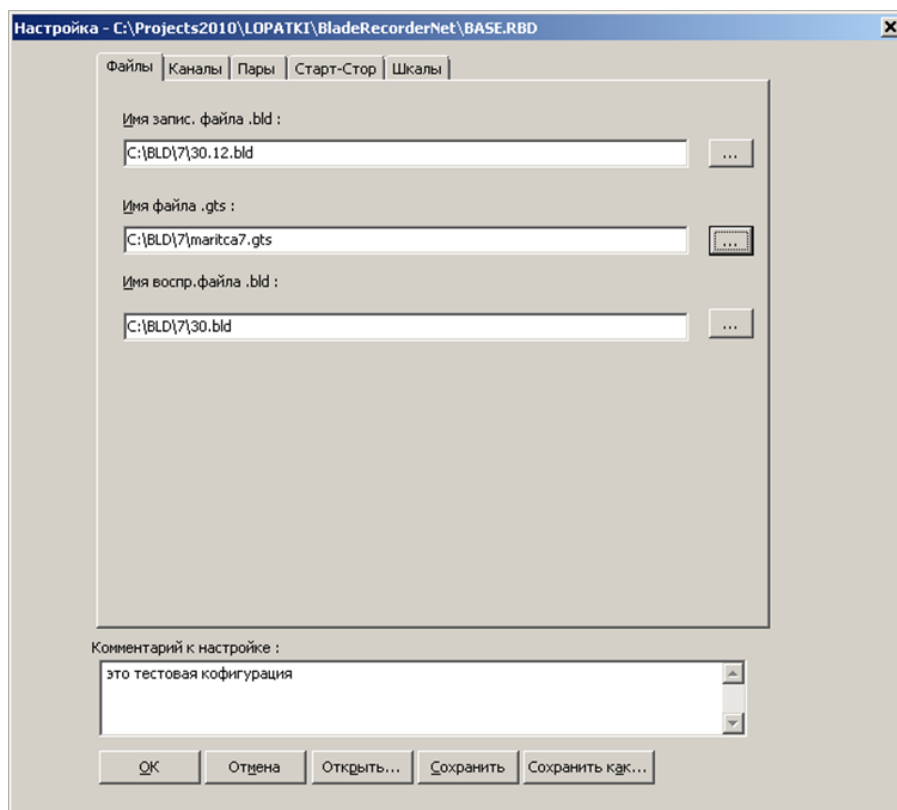


рис.8. Окно настройки BladeRecorderNet

В нижней части окна находятся кнопки, позволяющие сохранить настройку в файле (“**Сохранить**” или “**Сохранить как**”) или установить её из файла, записанного ранее (“**Открыть**”). При сохранении конфигурации можно выбрать уникальное имя

файла *.rbd для данной конфигурации, следуя предлагаемому стандартному диалогу сохранения файлов после нажатия кнопки "**Сохранить как**". При нажатии кнопки "**Сохранить**" вновь созданная конфигурация по умолчанию сохраняется под именем конфигурации открытой при запуске программы. Сохранить/загрузить конфигурацию можно в любой момент работы с диалоговым окном.

Существуют предопределенные файлы конфигурации программы, при загрузке которых программа осуществляет дополнительные установки. Так загрузка файла **selftest.rbd** переводит программу и подключенный к ней крейт в режим самотестирования, а загрузка файла **phasemeter.rbd** подготавливает систему к проверке, конфигурируя ее как измеритель разности фаз. Предопределенные файлы создаются установщиком программы и используются для быстрого запуска программы в требуемом режиме.

На закладке настройки "Файлы" (рис.8) настраиваются пути сохранения следующих файлов.

В строке редактирования "**Имя запис. файла.bld(bldx)**" вводится имя файла, в который будет производиться регистрация измерений. Записываемые ООС можно сохранять в сжатом виде. Для этого для записываемого файла следует выбрать расширение "bldx".

В строке редактирования "**Имя файла.gts**" при необходимости вводится имя файла, содержащее список угловых ворот используемых программой. Если файл ворот, указанный в конфигурации существует, ворота из него будут загружены автоматически при запуске программы.

В строке редактирования "**Имя воспроизводимого файла.bld(bldx)**" вводится имя файла, записанного ранее программой BladeRecorderNet, и предназначенного для воспроизведения при нажатии кнопки "Воспроизведение". Программа поддерживает воспроизведение из сжатых файлов. Для этого следует выбрать файл с соответствующим расширением.

Во избежание ошибок при выборе имен файлов следует пользоваться кнопками поиска, расположенными справа от соответствующей строки.

В поле списка каналов на закладке "**Каналы**" (рис.9) отображаются доступные в системе каналы. ООС событий, поступающих из каналов, отмеченных галочкой, записываются в файл и обрабатываются программой в соответствии настройками на других закладках этого окна. События на каналах, не отмеченных галочкой, в крейте не оцифровываются и не поступают в буфер. Не следует включать в список доступных каналов не подключенные к отметчикам или неиспользуемые каналы т.к. шумы этих каналов могут вызвать огромное количество лишних ООС.

Выбор каналов для обработки осуществляется галочкой в колонке "**№ канала**" слева от номера канала. Наличие или отсутствие галочки меняется щелчком мыши. В колонке "**Ку/Пор**" отображается сохраненное значение внутреннего коэффициента усиления сигнала и порога обнаружения события по каждому каналу. Эти значения передаются в блок МФПИ в процессе работы программы. Для дополнительных каналов, в которых ПИ поступают извне в колонке "**Ку/Пор**" отображается надпись "**extra**". Дополнительные каналы отображаются в конце списка.

В колонке "**Отметчик**" отображается имя отметчика подсоединенного к соответствующему каналу, а в колонке "**Тип отметчика**" - соответственно тип отметчика.

Дополнительные каналы позволяют регистрировать события иной природы, не связанные с вращением ротора. Несмотря на то, что они оцифровываются в общем потоке отметок, их обработка, в этом случае, должна производиться особым образом. Колонка **“Тип отметчика”** указывает на эту особенность. В программе предусмотрена обработка событий, состоящих в переключении импульсов различных кодовых посылок **единого времени**¹⁰.

Если на дополнительный канал подан сигнал единого времени, его следует отметить как **“единое время”**. Этот канал будет соответствующим образом дешифроваться и отображаться в окне времени в главном окне программы.

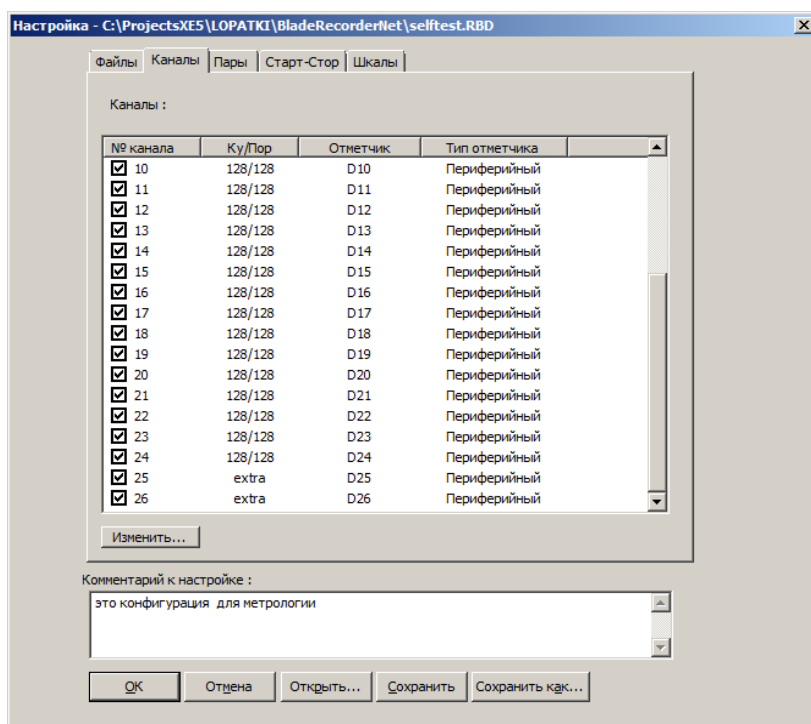


рис.9. Закладка “Каналы” настройки BladeRecorderNet

¹⁰ Декодирование кодовых последовательностей единого времени поддерживается и другими приложениями для ДФМ.

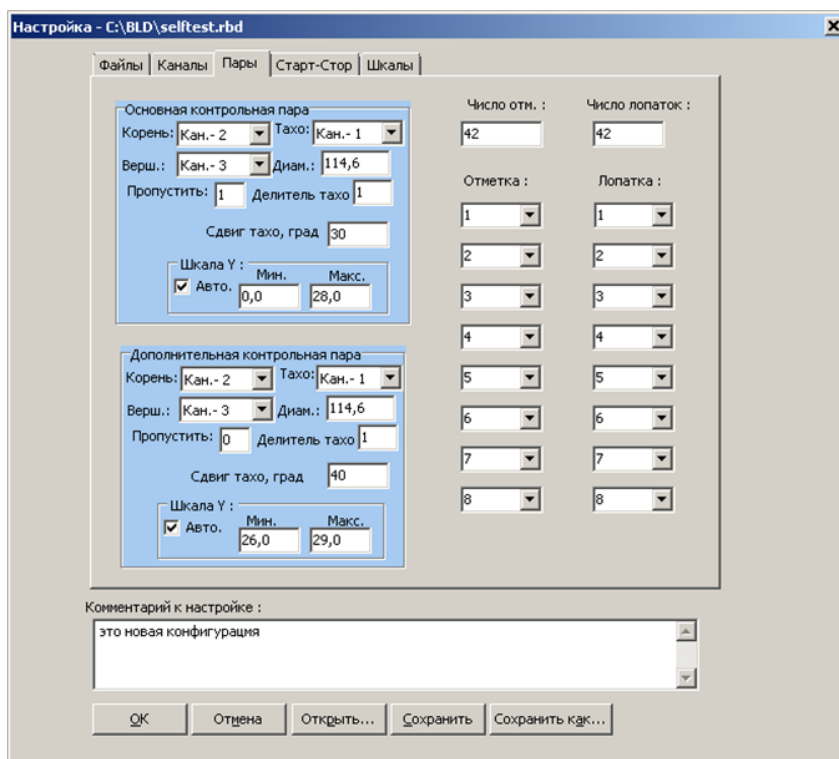


рис.10. Настройка контрольных пар

Для редактирования имени и типа отметчика необходимо выбрать требуемый канал (мышкой в районе номера канала) и нажать кнопку **“Изменить”**. При этом откроется диалоговое окно **“Отметчик”**.

В поле **“Имя отметчика”** вводится название отметчика, а в поле **“Тип отметчика”** – тип отметчика из предложенного списка. Для подтверждения изменений нажать кнопку **“Ок”**, а для отмены **“Отмена”**.

В группах **“Основная контрольная пара”** и **“дополнительная контрольная пара”** вкладки **“Пары”** рис.10 определяются пары отметчиков, по которым в окне отображения будут отображаться уровни колебаний лопаток, измеренные в мм. Для этого в окошках выбора **“Корень”** и **“Вершина”** надо выбрать соответствующие каналы.

Отметчики в парах назначаются исходя из задач исследований и их расположения. В применениях к авиационным турбинам корневой отметчик отслеживает зубья специально изготовленной шестерни с числом зубьев, равным числу лопаток и жестко связанной с колесом турбины. В другом применении, при использовании аппаратуры на бандажированных лопатках паровых турбин, где количество магнитных вставок на бандаже меньше числа лопаток, в качестве корневого берется первый по направлению вращения периферийный отметчик.

На случай, если расстояние между корневым и периферийным отметчиком превышает расстояние между лопатками, предусмотрен параметр **“Пропустить”**, сообщаящий программе, что в этой паре отметчиков периферийную отметку лопатки

следует выбирать не сразу после поступления корневой отметки, а пропустив соответствующее количество отметок периферийного отметчика.

Следует иметь в виду, что программа всегда определяет разность фаз между отметками на корневом и периферийном отметчике от прохождения одной из лопаток, пересчитывает его в размер дуги и статистическими методами определяет разброс этого размера для каждой лопатки (магнитной вставки). Таким образом, назначение корневого и периферийного отметчиков в паре должно производиться специалистом, ясно представляющим себе цель проводимых измерений.

Следует также иметь в виду, что назначение отметчиков в парах для программы BladeRecorderNet нужно только для контроля агрегата в реальном времени. Оцифрованные отметки от каждого отметчика записываются независимо и, при обработке записей в других программах пары назначаются независимо. Кроме того, один и тот же отметчик может использоваться в нескольких парах одновременно.

В поле "**Тахо**" указывается канал, к которому подсоединен отметчик оборотов (он же может быть назван тахоотметчиком). По нему определяется угловая скорость вращения вала, привязка номеров лопаток к приходящим отметкам и, соответственно, параметры движения лопаток.

В ряде случаев тахоотметчик фиксирует более одного события за оборот. Для правильной работы программы необходимо установить соответствующий делитель Тахо.¹¹

В качестве корневого отметчика пары может быть назначен тахоотметчик. В этом случае программа автоматически имитирует корневые отметки в соответствие с заданным в поле "**Число отметок**" количеством рассчитываемых отметок. Имитируемым корневым ФО приписываются значения фаз, равномерно распределенных по периоду оборота.

Отметчики оборотов в основной и дополнительной контрольных парах могут быть различными, в том числе расположенными на различных роторах с разной скоростью вращения.

Основная пара используется для расчета некоторых характеристик отображения, которые нельзя менять в процессе регистрации переключаясь на дополнительную пару:

- число лопаток и их нумерация;
- количество полных оборотов вала в буфере;
- скорость вращения, на которой начинается (или заканчивается) процесс записи

В поле "**Диаметр**" вводится диаметр ступени, на которой установлена контрольная пара. Если задать значение диаметра, равное двум, то длина траектории лопаток будет равна 2π , а угловой размер положения отметки на дуге окружности будет численно равно углу в радианах. Аналогично, если диаметр равен $360/\pi = 114,59$ мм, то положение отметки будет численно равно углу, выраженному в угловых градусах.

¹¹ В программах обработки данных возможно формирование виртуальных тахоотметок по текущей сигнатуре колеса турбины. В программе BladeRecorderNet эта возможность не предусматривается, т.к. образец сигнатуры получают по записанным данным, т.е. после использования программы.

В поле “**Число отметок**” вводится количество отметок внутри одного оборота, которые программа будет обрабатывать. В режиме отображения отметок программа отображает характеристики всех отметок подряд.

В поле “**Число лопаток**” число лопаток на ступени требующих отображения в режиме отображения лопаток. Это число ограничено числом 8, из-за ограниченного размера таблицы привязки лопатки к отметке.

Колонки “**Отметка**” и “**Лопатка**” образуют таблицу привязки конкретной пронумерованной лопатки к отметке, поступающей от корневого отметчика основной контрольной пары. В колонке “**Лопатка**” вводится номер лопатки, требующей отображения, а в колонке “**Отметка**” определяется номер соответствующей этой лопатке отметки, отсчитанной от отметки оборотного отметчика. Таким образом, любым 8 отметкам можно поставить в соответствие 8 пронумерованных лопаток.

В группе “**Шкала Y**” в поле “**Мин.**” Указывается минимальное значение по оси Y, а в Поле “**Макс.**” соответственно максимальное значение. Установленная галочка “**Авто**” указывает на необходимость автоматического вычисления граничные значения шкалы Y по ряду данных.

В окне “**Комментарии**” можно ввести комментарий об эксперименте, типе лопаток и др., который сохранится в файле *.bld(*.bldx) с записанными отметками. Рекомендуется вписывать в комментарий по крайней мере название конфигурационного файла.

Как упоминалось выше, имеются специальные имена для файлов настройки *.rbd, которые программа интерпретирует особым образом. Настройка selftest.rbd автоматически включает режим тестирования, настройка phasemeter.rbd переводит программу в режим работы в качестве фазометра, используемый при поверке прибора. Специальные настроечные файлы входят в комплект поставки программы и генерируются установщиком.

Для работы программы необходимо выбрать, по крайней мере, один файл, в который будут записываться результаты измерений. Другой файл *.gts – файл со списком угловых ворот выбирается при необходимости использования ранее созданных угловых ворот для исследуемого оборудования. Включение в обработку угловых ворот блокирует использование отметок, не попадающих в ни в одни ворота, но при этом не блокирует их запись в файл с результатами измерений.

Вкладка “**Старт-стоп**” рис.11 предназначена для задания автоматического, полуавтоматического, или ручного режима старта и останова процесса регистрации.

В окне размер буфера задается размер «порции данных» передаваемых из крейта и записываемых в файл. Размер задается в словах длиной 16 бит (тип-word). Она выбирается, таким образом, чтобы запись происходила 2-3 раза в секунду. Истинный размер буфера равен произведению выбранного на закладке размера на параметр NFrame конфигурационного файла.

В окнах “**Старт**” и “**Стоп**” выбирается режим старта и останова записи. Для ручного управления оба параметра выбираются равными «ручной». При необходимости ограничить время записи, его можно выбрать в окне “**Стоп**”. При необходимости организовать режим периодической записи, задаются времена в обоих окнах. На рис.11 показан режим периодического включения записи на 5 сек через каждые 10 секунд.

В окне «Инкремент имени по модулю» выбирается способ автоматического именования записываемого файла. При отсутствии инкремента информация будет писаться в один и тот же файл. При выборе модуля инкремента, например равным 100, программа запишет 100 файлов, которые будут отличаться числовым окончанием имени. Следующий 101-й файл будет иметь имя с нулевым числовым окончанием и, следовательно, запишется на место ранее записанного файла с таким же именем.

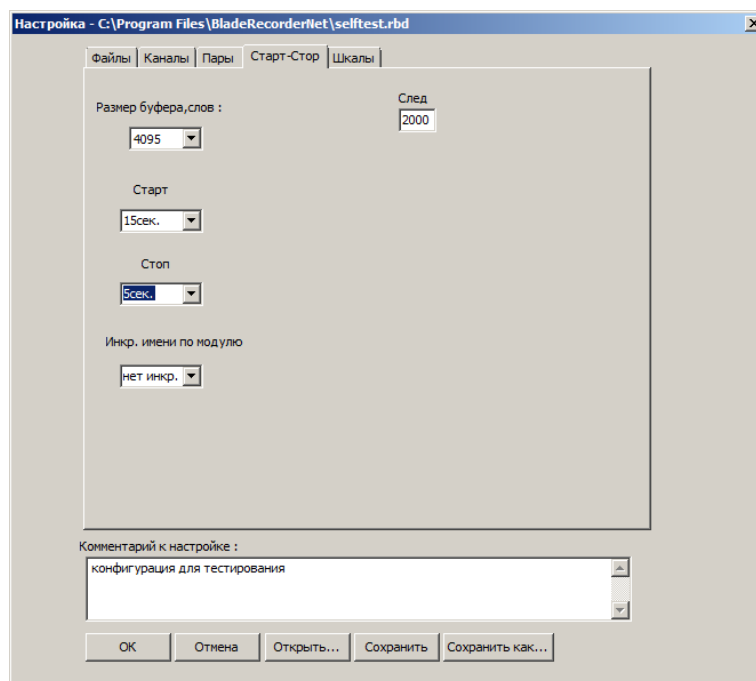


рис.11. Закладка ”Старт-стоп”

Параметр «след» задает количество оборотов (объем статистики), за которые следует отображать разброс дугового размера для лопаток или фазовых отметок. В соответствии с рис.11 на диаграмме красными черточками будут показываться минимальное и максимальное значения дугового расстояния за последние 2000 оборотов.

Вкладка “Шкалы” (рис. 12) регулирует режим отображения результатов расчетов и частоту опроса аналогового сигнала. В режиме отображения «Лопатки» на диаграмму выводятся данные только выбранных (не более 8) лопаток. В режиме «Отметки» расчет ведется по всем отметкам, подразумевая, что каждый из них связан с лопаткой.

Окно «Частота опроса» будет использоваться в последующих версиях для задания частоты сбора данных в синхронном режиме. В настоящей версии число, указанное в этом поле не используется.

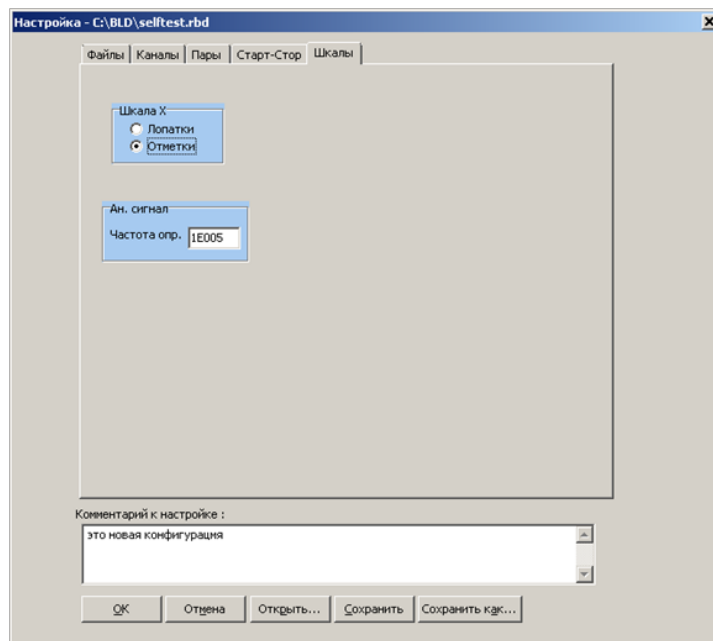


рис.12. Закладка "Шкалы"

Настройка ручного режима

Для перевода программы в режим ручного управления необходимо установить параметр «auto» в файле default.ini равным нулю и убрать ссылку на программу из секции автозагрузки операционной системы.

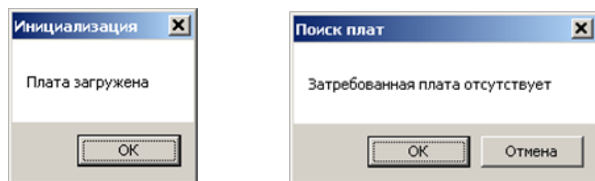


рис.13а. Диалоги успешной и провальной загрузки прошивки в контроллер МІС-1200

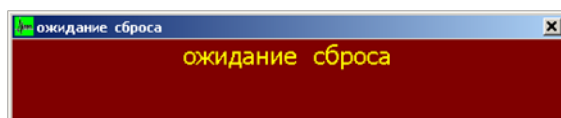


рис.13б. Транспарант попытки реинициализации устройства в результате срабатывания WatchDog.

При запуске программы в ручном режиме при подключении программы к МІС-1200 и его инициализации возникают ряд простых диалогов, показанных на рис.13.

При провальной загрузке возможна работа программы в режиме воспроизведения файла. Для этого следует выбрать "ОК". В случае нажатия кнопки "отмена" программа не запускается. Диалог рис.13а имеет ограниченное время показа. Через 5 сек после его появления имитируется нажатие кнопки "отмена".

Настройка автоматического режима

Для перевода программы в автоматический режим достаточно установить параметр «auto» в файле default.ini равным единице и создать ссылку на программу в секции автозагрузки операционной системы. Тем самым мы обеспечим рестарт программы при перезагрузке системы после срабатывания таймера WatchDog в результате сбоя, или после пропадания питания. Включение автоматического режима имеет смысл при установке времен старта и останова (циклическое включение за-

писи) а также при установке модуля инкремента имени не менее 10. Режим предназначен для систем дистанционной диагностики.

Особенностью автоматического режима является то, что в перерывах между записями файлов сбор данных можно не выключать. Для включения непрерывного сбора данных предназначен параметр `contasq`, который следует установить в 1.

При этом на экране будут непрерывно отображаться результаты анализа поступающей информации и происходить анализ частоты вращения вала на основной паре.

В режиме непрерывного сбора данных возможна и непрерывная запись данных. В этом случае в перерывах между записью основных файлов информация не теряется, а записывается в «сопряженные» файлы *.bldc с тем же именем. Слить файл *.bldc с файлом *.bld можно с помощью программ обработки данных. Для осуществления этого режима необходимо установить параметр `conjugatefile` равным единице.

Настройку автоматического режима желательно отработать в ручном режиме и только потом включить параметр «auto».

В автоматическом режиме диалоги блокируются и программа не требует вмешательства оператора.

Проведение измерений

Измерения проводятся в режиме сбора данных. В этом режиме программа BladeRecorderNet формирует буфер с данными, поступающими из крейта, и проводит его обработку. Режим сбора данных иницируется нажатиями кнопок "**Просмотр**", "**Запись**" или "**Воспроизведение**". В первых двух случаях оцифрованные отметки поступают в буфер из крейта, в последнем – считываются из ранее записанного файла.

В файл записываются все без исключения отметки, поступающие из крейта. Однако в реальной помеховой обстановке возможны как фиксации "лишних" событий, так и пропуск событий, связанных с прибытием лопаток. Первый случай возможен из-за помех, синхронных с вращением, намагниченности бандажных полок и множеством других причин. Второй случай обычно связан с различной длиной лопаток и, следовательно, с различной амплитудой сигнала отметчика от разных лопаток. Впоследствии файл можно откорректировать с помощью приложения **DoctorBlade**[4], однако необходимости коррекции можно избежать, если в процессе измерений вручную¹² управлять параметрами каналов МФПИ.

Первым свидетельством нормальной работы МФПИ является адекватное отображение статистик по обеим настроенным парам. В процессе расчета статистик программа проверяет количества событий на каждом обороте, поступающих от корневого и периферийного отметчиков, и их соответствие заданному числу лопаток. Если соответствие отсутствует, оборот вала не отображается в статистике. Количество событий по корневому и периферийному каналам отражается на транспаранте контрольной пары (рис.5).

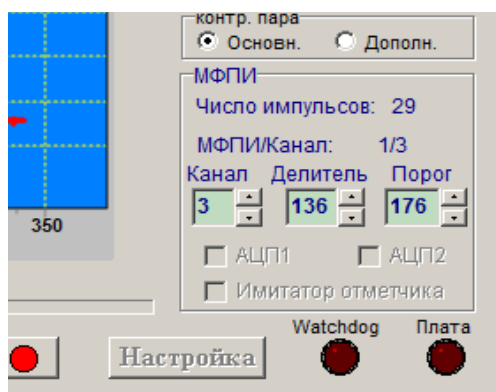


рис.14. Количество ПИ входящих от 3-го канала 1-го МФПИ равно 29

¹² Автоматическая подстройка усиления (параметр autogain) в зависимости от оборотов выручает не всегда.

В таком свидетельстве проверяются только каналы, задействованные в парах, т. е. не более 4-х штук.

Более полным способом контроля является поканальная проверка количества прецизионных импульсов, поступающих в течение оборота из МФПИ. Тахоканалом является тахоканал, заявленный в рассчитываемых парах. На рис.14 показан пример контроля количества импульсов от операбельного канала МФПИ. Если количество импульсов не соответствует конструкции ротора можно подстроить делитель канала или, в большинстве случаев, – порог канала.

Описание операций технологического процесса обработки данных, необходимых для выполнения функций, комплексов задач (задач), процедур

Подключение плагинов и установка серверов OPC

Плагин представляет собой динамически подключаемую библиотеку программ, содержащуюся в файле с расширением “.dll” Программы библиотеки осуществляют расчет дополнительных параметров рабочего процесса турбины, отображение и регистрацию этих параметров. К программе BladeRecorderNet может быть подключено несколько плагинов. Состав и количество подключаемых плагинов ограничивается быстродействием компьютера. Для того чтобы программа BladeRecorderNet включала программы этих библиотек следует разместить на компьютере файлы библиотек. Во избежание ошибок в работе комплексов при общем использовании компьютера, для размещения библиотек имеются подкаталоги «plugins» в рабочем каталоге каждого экземпляра программы.

Для запуска плагина при работе программы BladeRecorderNet следует в разделе [plugins] файла конфигурации программы (обычно это default.ini) установить параметр “plgcounter”, равным числу подключаемых файлов библиотек и указать пути и названия этих библиотек в параметрах pluginDll[1], pluginDll[2],... pluginDll[n]. Например, чтобы подключить два плагина следует заполнить секцию [plugins] следующим образом:

```
[plugins]
plgcounter=2
pluginDll[1]=plugins/firstplugin.dll
pluginDll[2]=plugins/secondplugin.dll
```

Плагины могут использовать OPC сервер, зарегистрированный программой BladeRecorderNet (см. раздел "Подготовка к работе"). Для этого при запуске программы они должны добавить в него свои параметры, предназначенные для передачи в технологические системы обслуживаемого оборудования.

Подключение приложений реального времени

Программа BladeRecorderNet предоставляет свои первичные данные другим приложениям, используя механизм отображения файлов в память и рассылая необходимые сообщения этим приложениям. Для работы таких приложений они должны иметь информацию о размещении данных и быть "подписаны" на получение сообщений. Поэтому до начала работы программы BladeRecorderNet приложения реального времени должны быть уже запущены.

В начале своей работы программа BladeRecorderNet опрашивает все работающие приложения и "подписывает" те из них, которые отвечают на ее запросы соответствующим образом. Затем программа рассылает "подписавшимся" приложениям адреса своих данных и в процессе работы информирует их о состоянии сбора данных. Программа BladeRecorderNet информирует приложения об IP-адресе крейта, с которым она работает. Это позволяет приложениям реального времени принимать решения о подписке на тот или иной экземпляр программы BladeRecorderNet.

Таким образом, для работы комплекса с приложениями реального времени необходимо проконтролировать предварительный запуск этих приложений.

Метрологический контроль комплекса

Точность определения фазовых отметок является метрологически значимой величиной, определяющей точность измерения параметров движения лопаток. Она зависит от точности получения ПИ, точности их оцифровки и точности расчетов. Фазовые отметки опираются на тахоотметки, которые формируются таким же каналом и тоже имеет погрешность.

Метрологический контроль комплекса подразумевает проверку точности измерений дискретных сдвигов фаз событий, эквивалентных сдвигам фазы между тахосигналом и прибытием лопатки. Для поверки используются синусоидальные сигналы, имитирующие сигналы отметчиков. Сигналы подаются от аттестованного калибратора сдвига фаз. Настройки наблюдаемых пар при метрологическом контроле должны быть такими:

- корень и тахо – канал опорного сигнала;
- вершина – канал сдвинутого сигнала;
- диаметр – 114,6 ($360/\pi$);
- пропустить – 0;
- делитель тахо – 0;
- сдвиг тахо – 0.

Эти настройки автоматически задаются при использовании конфигурации phasemeter.ini, поставляемой с программой. При этом на экране будет наблюдаться отображение единственной фазовой отметки, по величине и пределах изменения которой следует судить о метрологических свойствах прибора.

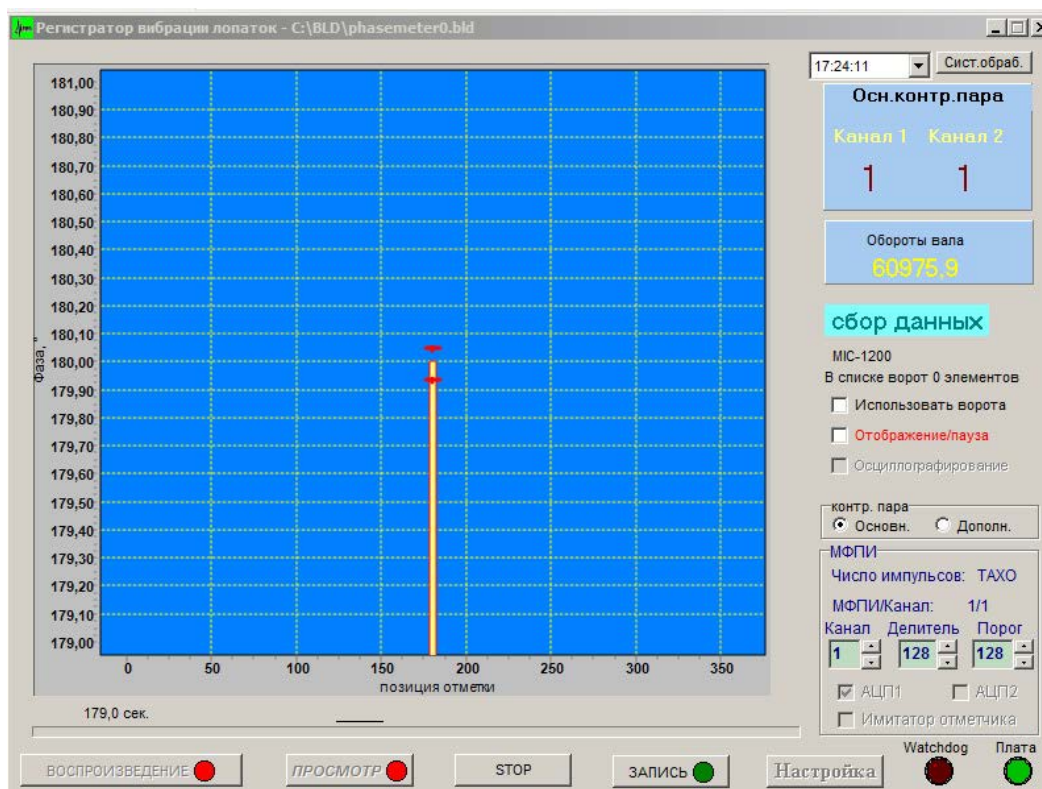


рис.15. Проверка метрологических характеристик при сдвиге фаз 180°

В случае отсутствия специальных калибровочных средств простейший контроль может быть произведён путем подачи синусоидального сигнала на тахоканал и оставшиеся каналы в противоположных полярностях. Тем самым имитируются сигналы со сдвигом фазы в 180° . Типовая картина, наблюдаемая в этом случае, представлена на рис. 15.

Метрологические исследования системы подразумевают запись файлов оцифрованных отметок в вышеприведенных режимах с последующей обработкой этих файлов и выдачей протоколов в программе DoctorBlade. Перечень проверяемых точек и последовательность операций должны быть изложены в соответствующих методиках.

Аварийные операции

Данные поступают из контроллера крейта пакетами заданного при настройке программы размера. Если программа не успевает их обработать, то на транспаранте сбора данных высвечивается количество потерянных пакетов. Эти потери остаются на транспаранте, до тех пор, пока на нем не щелкнут мышкой. После щелчка транспарант возвращается в естественный режим.

Отображение загружает процессор компьютера больше, чем обработка поступающей информации. Поэтому в случае большой загрузки процессора и риска сбоя при работе в автоматическом режиме имеет смысл отказаться от отображения данных, сняв галочку «Отображение/пауза».

Скорость поступления пакетов данных зависит от оборотной частоты, количества подключенных каналов, наличия и частоты опроса аналогового канала, количества лопаток и установленного в настройке размера буфера. Установка малого размера для буфера приведет к тому, что программа будет слишком часто обращаться к жесткому диску и блокировать нормальную работу служб операционной системы. Кроме того, в буфере может оказаться информации о менее чем шести оборотах вала, и отображение вибраций лопаток окажется невозможным. Установка слишком большого буфера приведет к редкому обновлению информации на экране. Размер буфера следует устанавливать таким образом, чтобы за секунду поступало не более 2-5 пакетов.

Рекомендации по освоению

Программа **BladeRecorderNet** осуществляет запись ООС в файлы с расширением *.bld или *.bldx. Последние из них представляют собой сжатые в 2-3 раза версии первого файла. Эти файлы могут быть воспроизведены с помощью самой программы **BladeRecorderNet** или обработаны программами **DoctorBlade** или **BladeProcessor**.

Программа **DoctorBlade** [4] является технологической в цепочке измерений вибраций лопаток. Она позволяет исправлять аппаратные ошибки в записанных файлах, генерировать вспомогательные файлы для анализа вибраций, визуализировать статистические характеристики записанных отметок и оценивать качество их записи, а также проводить метрологические операции в цепочке проверок и аттестаций измерительных систем с ДФМ. Для обработки в этой программе не требуется вводить конфигурацию исследуемого оборудования - достаточно данных, содержащихся в заголовке файла. В заголовок файла, который можно просмотреть с помощью программы **DoctorBlade** включаются имя файла, дата записи, перечень записанных каналов с именами и типами установленных отметчиков, режимы записи этих каналов и текстовый комментарий, который создается при записи файла. Для построения статистических характеристик программа требует назначения или подтверждения канала, содержащего тахоотметки. Для приобретения навыков работы с комплексом рекомендуется провести запись файла данных в режиме встроенного теста, открыть его с помощью программы **DoctorBlade** и рассмотреть все его особенности. Файл, полученный в режиме встроенного теста, характеризуется постоянной скоростью вращения, отсутствием рассеяния ФО, априори известным расположением этих отметок.

Программа **BladeProcessor** требует задания конфигурации оборудования, на основании которой она позволяет получить характеристики вибраций лопаток.

Ссылки

1. Метрология и радиоизмерения: Учебн. для вузов/ В.И.Нефедов, Ф.С.Сигов, В.К.Битюков и др.; Под ред. В.И.Нефедова – 2-е изд. перераб. М.:Высшая школа 2006г. 526 с.: ил. ISBN 5-06-004427-0
2. Комплекс фазоизмерительный МИС-1200. Руководство по эксплуатации. БЛИЖ.401250.012.001 РЭ.
3. Заблоцкий И.Е., Коростелев Ю.А., Шипов Р.А. Бесконтактные измерения колебаний лопаток турбомашин. — М.: Машиностроение, 1977г. — 158 с.
4. Программа DoctorBlade. Руководство пользователя. Версия 2. БЛИЖ 409801.018-01 90

Приложение 1. Назначение переменных управляющего файла

Имя параметра	Допустимые значения	назначение	Окно на панели	Субъект управления
Секция [directives]				
auto	0 или 1	Управление автоматическим включением режима записи при запуске программы. В режиме «авто» отсутствуют диалоги, требующие ответа оператора, запускается «watch dog»,		оператор
contasq	0 или 1	запись файлов в режиме сбора данных производится без прерывания сбора данных Переводит программу в режим непрерывного сбора данных для использования в системах диагностики		оператор
conjugate-file	0 или 1	При включенных auto и contasq включает запись «сопряженных» файлов *.bldc в промежутках между записью нормальных файлов *.bld. Необходимым условием также является цикличность нумерации файлов.		оператор
journal	0 или 1	Выключение/включение заполнения журнала		оператор
journalflash	0 или 1	Выключение/включение сброса в файл после каждой записи		оператор
jrnlname	строка	Имя файла журнала. Если строка пустая используется файл journal.txt, находящийся в рабочей директории программы		Оператор
jmaxsize	положительное целое – длина файла в байтах	Максимальный размер журнала до его переименования и начала пустого журнала.		оператор
NFrame	0.. 10	Увеличение буфера программы		Оператор
plata	192.168.15.7	Указывает программе IP адрес МІС-1200, который следует использовать для сбора данных		Оператор
MicDirectory	Mic1200\24канала\100кГц\	Указывает программе, где брать файл rbf для контроллера МІС-1200		Оператор
MicDirectory-80	Mic1200-80\24канала\100кГц\	Указывает программе, где брать файл rbf для прошивки контроллера МІС-1200.		Оператор
autogain	0 или 1	Разрешение на управление автоматической подстройкой усиления в МФПИ при увеличении/снижении скорости вращения		Оператор
testfilename	Имя первого тестового файла (с расширением bld и <u>без директории</u>)	Если параметр указан, сервер программы передает клиенту ссылку на этот файл, независимо от того, какой файл был записан.		Оператор
testfilename1	Имя второго тестового файла (с расширением bld и <u>без директории</u>)	См. выше		Оператор

freqrange L	частота об/мин	в	Нижняя граница оборотов, когда сервер отправляет файлы на обработку		Оператор
freqrange H	частота об/мин	в	Верхняя граница оборотов, когда сервер отправляет файлы на обработку		Оператор
tuning_is_ensure	0 или 1		Запрещает/Разрешает изменение настроек каналов МФПИ (защита от непрофи)		Оператор
Секция [memory]					
Oscill	0 или 1		Указывает состояние отображения: осциллографирование входных сигналов или расчет и запись колебаний лопаток	Главная панель – «Осциллографирование»	Оператор/программа
ScrBrPos	Целые от 0 до 24		Положение скролл-бара окна отображения при осциллографировании.	Главная панель – вертикальный бегунок	Оператор/программа
AnOutEnb1	от 1 до 24		Номер канала, к которому подключена шина 1-го АЦП	Главная панель-«АЦП1»	Оператор/программа
AnOut2Enb1	от 1 до 24		Номер канала, к которому подключена шина 2-го АЦП	Главная панель-«АЦП2»	Оператор/программа
currchannel	Целые от 1 до 26		Номер канала, установленный в окошке управления МФПИ	Главная панель-«Канал»	Оператор/программа
currtime	Целые от 0 до 1		Какое время отображается в окне программы: - компьютерное или СЕВ	Главная панель	Оператор/программа
AxisX	0 или 1		Выбор режима отображения: по лопаткам (с учетом настраиваемой таблицы переадресации), или по фазовым отметкам	Панель настройки-ОсьX-Лопатки/Отметки	Оператор/программа
UsedGates	0 или 1		Использовать или нет текущие угловые ворота	Главная панель-«Использовать ворота»	Оператор/программа
Секция [common]					
Astop	Целые		Время останова записи	Панель настройки-Стоп	программа
Astar	Целые		Время старта записи	Панель настройки-Старт	программа
Incrmodule	Целые		Количество циклически перезаписываемых файлов	Панель настройки – инк. Имени по модулю	программа
Trace=6	Целые больше нуля		Глубина буфера, из которого извлекаются данные для отображения	Панель настройки - След	Оператор/программа
Секция [channels]					

Секция [plugins]				
plgcount er	Целые от 0	Указывает количество подключаемых плагинов		Оператор
plugindll [k]	путь и название файла биб- лиотеки	указывает путь и название файла .dll, содержащего k-й плагин		Оператор

Приложение 2. Возможные неисправности и способы их устранения.

Проявление неисправности	Причина	Рекомендации по устранению
МІС-1200 не подключается	Неисправность сети Ethernet Неправильный IP адрес контроллера МІС-1200	Проверить ping по используемому IP адресу