

**Общество с ограниченной ответственностью «КСК-СИСТЕМС»
ОГРН 1117847079261 ИНН 7841441038**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «КСК-СИСТЕМС»
Кифоренко К. Н.

«06» августа 2026 г.

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ВИБРО-ЛАЗЕР ЦЕНТРОВКА**

**Санкт-Петербург
2026**

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
1.1. Наименование программного обеспечения	5
1.2. Назначение программного обеспечения	5
1.3. Область применения	5
1.4. Назначение и границы настоящего документа	6
1.5. Термины и сокращения	7
2. СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	9
2.1. Состав измерительной системы	9
2.2. Требования к рабочему месту пользователя	9
2.3. Требования к измерительному оборудованию	10
2.4. Требования к квалификации пользователей	11
2.5. Установка Программы	11
3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	12
3.1. Общая последовательность работ	12
3.2. Предварительные проверки агрегата	12
3.3. Грубая центровка агрегата	14
3.4. Устройство измерительных блоков	14
3.5. Индикация измерительных блоков	16
3.6. Монтаж измерительных блоков	19
3.7. Эксплуатационные ограничения	20
4. НАЧАЛО РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ	22
4.1. Запуск Программы и авторизация	22
4.2. Выбор языка интерфейса	22
4.3. Поиск измерительных блоков	22
4.4. Подключение к измерительным блокам	23
4.5. Главный экран	24
4.6. Демонстрационный режим	25
4.7. Экран лицензии	25
4.8. Завершение работы	26
5. КОНФИГУРАЦИЯ ЦЕНТРОВКИ	27
5.1. Базовые настройки центровки	27
5.2. Экран параметров оборудования	28

5.3. Ввод размеров оборудования.....	28
5.4. Повторный ввод размеров и пересчёт результатов	30
5.5. Настройка допусков	30
5.5.1. Выбор допуска.....	30
5.5.2. Создание пользовательского допуска	31
5.6. Поправки на тепловое расширение	32
5.7. Работа с промежуточным валом	33
5.8. Блокировка опор	33
5.9. Проверка «мягкой лапы»	35
6. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ	37
6.1. Экран измерения. Общие сведения	37
6.2. Выбор метода измерения.....	38
6.3. Часовой метод.....	40
6.4. Метод усечённого угла	42
6.5. Умный сектор	44
6.6. Многоточечный метод	46
6.7. Непрерывный метод.....	47
6.8. Инженерное отображение данных	48
6.9. Таблица повторяемости	49
7. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И КОРРЕКТИРОВКА	51
7.1. Экран результатов	51
7.2. Живая центровка. Общие сведения.....	52
7.3. Живая центровка с регулируемыми опорами	53
7.3.1. Центровка в горизонтальной плоскости	53
7.3.2. Центровка в вертикальной плоскости.....	53
7.4. Анализ данных при переходе между плоскостями.....	54
7.5. Виртуальная центровка.....	55
7.6. Контрольное измерение.....	56
7.7. Особенности отображения результатов при использовании промежуточного вала.....	56
7.8. Особенности отображения результатов при блокировке опор	57
8. ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЁТА.....	59
8.1. Переход к формированию отчёта	59
8.2. Заполнение реквизитов отчёта.....	59
8.3. Состав отчёта	59

8.4. Настройка состава страниц отчёта	60
8.5. Сохранение отчёта	60
9. РАБОТА С НАСТРОЙКАМИ.....	62
9.1. Персональные настройки	62
9.2. Системные настройки	62
9.3. Сохранение и восстановление рабочей сессии	62
10. РАБОТА С УВЕДОМЛЕНИЯМИ	64
10.1. Строка состояния.....	64
10.2. Уведомления о состоянии измерительных блоков	64
10.3. Уведомления при анализе данных.....	64
10.4. Уведомления о качестве измерений.....	64
11. ТИПОВЫЕ ОШИБКИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	66
12. БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ	68
12.1. Правила обращения с источниками лазерного излучения.....	68
12.2. Требования к допуску персонала.....	68
12.3. Требования к безопасности при выполнении работ	69
12.4. Защита данных и управление доступом	69
13. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА	71
13.1. Порядок обращения	71
13.2. Контактные данные.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ А. КОНТРОЛЬНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПЕРЕД НАЧАЛОМ ЦЕНТРОВКИ	72

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Наименование программного обеспечения

Полное наименование программного обеспечения — программное обеспечение ВИБРО-ЛАЗЕР ЦЕНТРОВКА.

Правообладателем программного обеспечения является Общество с ограниченной ответственностью «КСК-СИСТЕМС» (ОГРН 1117847079261, ИНН 7841441038).

Далее по тексту настоящего документа программное обеспечение ВИБРО-ЛАЗЕР ЦЕНТРОВКА именуется «Программа».

1.2. Назначение программного обеспечения

Программа представляет собой локальное прикладное программное обеспечение, предназначенное для проведения лазерной центровки валов промышленного оборудования.

Программа сопровождает пользователя на всех этапах работы: от настройки конфигурации машин и подключения измерительных блоков до расчёта несоосности, выполнения корректировки положения оборудования и формирования отчёта о выполненной работе.

Основной измерительный цикл выполняется локально на устройстве пользователя. Для ввода геометрических размеров, получения измерений, расчёта результатов, работы в режиме живой центровки и просмотра ранее сохранённой рабочей сессии обязательный удалённый сервер не требуется.

1.3. Область применения

Программа применяется при выполнении работ по центровке валов агрегатов, соединённых муфтой, в том числе при монтаже, ремонте и техническом обслуживании промышленного оборудования.

Программа обеспечивает решение следующих задач:

- ведение пользователя по последовательности экранов центровки;

- отображение машин, валов, измерительных блоков и опор в интерактивном трёхмерном представлении;
- установление BLE-соединения с измерительными блоками М и S;
- последовательный обмен командами и измерительными данными с измерительными блоками;
- сбор и проверка измерений в соответствии с выбранным методом измерения;
- локальный расчёт несоосности, оценки качества результата и требуемых перемещений опор;
- отображение текущих поправок в режиме живой центровки;
- сохранение параметров и результатов текущей работы на устройстве пользователя;
- подготовка, просмотр и экспорт отчёта через локальное HTML-представление.

1.4. Назначение и границы настоящего документа

Настоящий документ содержит описание порядка эксплуатации Программы: подготовки к работе, ввода конфигурации центровки, выполнения измерений, корректировки положения оборудования, формирования отчёта, работы с настройками и уведомлениями, а также перечень типовых ошибок и требования безопасности при выполнении работ.

Документ предназначен для конечных пользователей Программы — специалистов, выполняющих монтаж, техническое обслуживание и контроль центровки вращающегося оборудования, а также для лиц, осуществляющих приёмку и сопровождение Программы.

Программа рассчитывает и отображает требуемые поправки, но не осуществляет механического перемещения оборудования. Перемещение машины выполняется пользователем.

Регистрация и авторизация пользователей в Программе не предусмотрены. Разграничение доступа к данным обеспечивается средствами операционной системы устройства.

Порядок установки Программы и активации лицензии приведён в инструкции по установке программного обеспечения ВИБРО-ЛАЗЕР ЦЕНТРОВКА и в состав настоящего документа не входит.

1.5. Термины и сокращения

В настоящем документе применяются термины и сокращения, приведённые в таблице 1.

Таблица 1. Термины и сокращения

Термин, сокращение	Значение
Агрегат	Совокупность стационарной и подвижной машин, соединенных муфтой
Блок М (VLM)	Измерительный блок, устанавливаемый на валу подвижной машины
Блок S (VLS)	Измерительный блок, устанавливаемый на валу стационарной машины
Живая центровка	Режим отображения текущей несоосности и требуемых поправок во время механической корректировки положения машины
Излом	Угловая несоосность осей валов
Контрольное измерение	Измерение, выполняемое после корректировки положения машины для подтверждения результата
Мягкая лапа	Состояние опоры, при котором затяжка крепления вызывает изменение положения машины
Несоосность (расцентровка)	Отклонение взаимного положения осей сопряженных валов от соосного
Опора (лапа)	Точка крепления машины к раме (фундаменту)
Промежуточный вал (промвал)	Вал, соединяющий стационарную и подвижную машины через две муфты
Смещение	Параллельное смещение осей валов
Таблица повторяемости	Перечень сохранённых результатов измерений текущей работы
Bluetooth	Беспроводной интерфейс обмена данными между Программой и измерительными блоками
RMSE	Среднеквадратическое отклонение результатов измерений

Термин, сокращение	Значение
RPM	Частота вращения, об/мин

2. СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Состав измерительной системы

Эксплуатация Программы осуществляется в составе измерительной системы, включающей:

- Программу, установленную на устройстве пользователя (планшет, ноутбук или персональный компьютер);
- измерительный блок S (VLS), устанавливаемый на валу со стороны стационарной (неподвижной) машины;
- измерительный блок M (VLM), устанавливаемый на валу со стороны подвижной машины;
- крепления с затяжными цепями и стойками, поставляемые в комплекте с системой;
- зарядные устройства и кабели.

Обмен данными между Программой и измерительными блоками выполняется по беспроводному каналу Bluetooth.

2.2. Требования к рабочему месту пользователя

Для эксплуатации Программы устройство пользователя должно соответствовать следующим требованиям:

- наличие встроенного или внешнего адаптера Bluetooth версии не ниже 4.0;
- наличие дисплея с сенсорным управлением либо манипулятора типа «мышь»;
- наличие свободного дискового пространства для хранения рабочих сессий и формируемых отчётов;
- наличие средства просмотра документов формата PDF для контроля сформированного отчёта.

Программа может использоваться на следующих платформах: планшетные компьютеры, ноутбуки, настольные ПК.

Подключение к сети Интернет для выполнения измерения, расчёта и просмотра ранее сохранённых результатов не требуется. Подключение к сети Интернет используется только для загрузки актуальной версии руководства и обновления лицензии.

Перечень поддерживаемых версий операционных систем и минимальные аппаратные характеристики устройства пользователя приведены в инструкции по установке программного обеспечения ВИБРО-ЛАЗЕР ЦЕНТРОВКА.

2.3. Требования к измерительному оборудованию

Программа предназначена для работы с измерительными блоками системы лазерной центровки, имеющими следующие характеристики:

Таблица 2. Технические характеристики измерительных блоков

Параметр	Значение
Размер приёмного окна	30 мм
Тип детектора (разрешение детектора)	Цифровой CCD-детектор (разрешение 0,001 мм)
Расстояние между измерительными блоками	До 10 м
Пределы допускаемой основной погрешности	$\pm 0,01$ мм (от 0 до 1 мм) / $\pm 0,9$ % (св. 1 мм до 24 мм)
Разрешение цифрового инклинометра	0,1°
Лазерное излучение	Диодный лазер 635 нм, класс II, не более 1 мВт
Интерфейс связи с устройством пользователя	Bluetooth 4.0
Материал корпуса	Анодируемый алюминий
Пыле-, влагозащита	IP67
Непрерывное время работы	До 20 часов
Температура окружающего воздуха	От –20 °С до +55 °С (для исполнения Ex: от –20 °С до +40 °С)
Относительная влажность	Не более 98 %
Маркировка взрывозащиты (для исполнения Ex)	Группа II по ГОСТ 31610.0-2014, 0Ex ia op is IIB T6 Ga

Параметр	Значение
Габаритные размеры блока	90 × 60 × 32 мм
Масса измерительного блока	270 г

2.4. Требования к квалификации пользователей

К работе с Программой и измерительной системой допускается технический персонал и исполнители работ, прошедшие подготовку по программе дополнительного профессионального образования VL-01 «Специалист по центровке и монтажу оборудования» и имеющие действующее удостоверение.

Перед началом работ пользователь обязан ознакомиться с настоящим документом, эксплуатационной документацией на измерительное оборудование и требованиями по безопасному проведению работ, действующими на объекте.

2.5. Установка Программы

Установка Программы выполняется в соответствии с документом инструкции по установке программного обеспечения ВИБРО-ЛАЗЕР ЦЕНТРОВКА. Дополнительная настройка Программы после установки не требуется.

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

3.1. Общая последовательность работ

Задача центровки состоит в достижении соосного вращения сопряженных валов машин (например, двигателя и насоса) в нормальном режиме работы. Коррекция положения горизонтально расположенных осей валов осуществляется перемещением передних и задних опор одной из машин по вертикали и горизонтали до тех пор, пока валы не будут выровнены в пределах заданных допусков.

Работа с Программой выполняется в следующей последовательности:

- 1) Подготовка агрегата и проверка условий выполнения работ (п. 3.2, 3.3).
- 2) Монтаж измерительных блоков на валах агрегата (п. 3.6).
- 3) Запуск Программы и подключение к измерительным блокам (раздел 4).
- 4) Ввод конфигурации центровки, размеров и допусков (раздел 5).
- 5) Проверка «мягкой лапы» (п. 5.8).
- 6) Выполнение измерения выбранным методом (раздел 6).
- 7) Просмотр результатов и корректировка положения машины (раздел 7).
- 8) Контрольное измерение (п. 7.6).
- 9) Формирование и сохранение отчёта (раздел 8).

3.2. Предварительные проверки агрегата

Для получения точных результатов до начала работ необходимо выполнить предварительные операции и проверки.

- 1) Убедиться, что персонал, выполняющий работы, имеет действующее удостоверение по образовательной программе VL-01 «Специалист по центровке и монтажу оборудования».

- 2) Проверить возможность вращения валов. При необходимости приложения значительных усилий рекомендовано использовать крепления для «невращающихся» валов (опция).
- 3) Проверить величину радиального биения на обоих валах со стороны муфты и на каждой полумуфте. Рекомендовано, чтобы значение биения не превышало 0,02 мм. Величина биения во многом определяет повторяемость результатов.
- 4) Проверить наличие люфта между полумуфтами. Значение люфта, превышающее $1,5^\circ$, приводит к неточности выбора положения при регистрации данных.
- 5) Проверить состояние фундамента (отсутствие трещин и отслоений), опорных лап машины (деформации и плотность прилегания), рамы и крепежа (жёсткость рамы и состояние болтов), а также регулировочных пластин (пластины должны быть калиброванными, без следов износа). Видимые повреждения необходимо устранить.
- 6) Проверить возможность перемещения машины. Препятствием могут являться неровности фундамента (сварные швы, дополнительный крепеж и пр.). Опора также может уже находиться в крайнем положении, например упираться в крепежный болт.
- 7) Проверить наличие ограничений пространства для монтажа измерительной системы.
- 8) Проверить качество сборки крепежа измерительной системы (отсутствие люфтов и повреждений).
- 9) Уточнить наличие требований относительно динамических и температурных смещений у неработающего (холодного) и работающего (прогретого) агрегата.
- 10) Определить фактическую температуру агрегата. Положение осей валов существенно зависит от температуры подшипникового узла. Работы, как правило, выполняются на остывших машинах, реже — на хорошо прогретых. Не допускается проведение центровки в

переходном температурном режиме (остывающее или не полностью прогретое оборудование).

11) Проверить корректность выбранных допусков.

12) Проверить выполнение требований по безопасному проведению работ.

Не приступайте к работе, если существует угроза безопасности.

Несоблюдение предписанных условий усложняет процедуру центровки и не обеспечивает повторяемость данных.

3.3. Грубая центровка агрегата

До начала измерений следует провести грубую центровку агрегата, проверив и откорректировав следующие параметры:

- 1) Устранить провисание подвижной машины (электродвигателя) на полумуфте стационарной (приводной) машины при помощи регулировочных пластин.
- 2) По возможности отрегулировать равномерность зазора между полумуфтами перемещением подвижной машины.
- 3) Устранить люфт между полумуфтами, если он превышает допустимое значение ($1,5^\circ$), например обмотав муфту изолентой или скотчем, либо проверить состояние и при необходимости заменить упругие элементы муфты.
- 4) При отпущенных болтах проверить плотность прилегания всех опор к раме (фундаменту) на обеих машинах — стационарной и подвижной. Проверка осуществляется калиброванными щупами толщиной 0,05 мм. Регулировочные пластины под лапами не должны иметь свободного хода.
- 5) Подготовить соответствующие центровочные пластины или регулируемые опоры.

3.4. Устройство измерительных блоков

Конструктивные элементы измерительного блока:

Таблица 3. Конструктивные элементы измерительного блока

№	Элемент	Назначение
1	Кнопка включения/выключения	Включение блока; для выключения нажать и удерживать 2–3 секунды
2	Приёмное окно детектора	Приём лазерного луча
3	Индикатор заряда	Отображение состояния заряда аккумулятора
4	Индикатор связи	Светится синим при установленной связи с устройством пользователя, мигает синим во время передачи данных
5	Индикатор включения	Светится красным — блок готов к работе, зелёным — блок готов проводить измерения
6	Фиксирующая планка с винтом	Фиксация блока на стойках крепления
7	Окно лазерного луча	Выход лазерного излучения
8	Разъём mini USB	Зарядка измерительного блока
9	Регулировочный винт	Регулировка положения лазерного луча в вертикальной плоскости
10	Отметка на верхней части корпуса	Обозначение центра стоек блоков М и S; используется при измерении расстояний

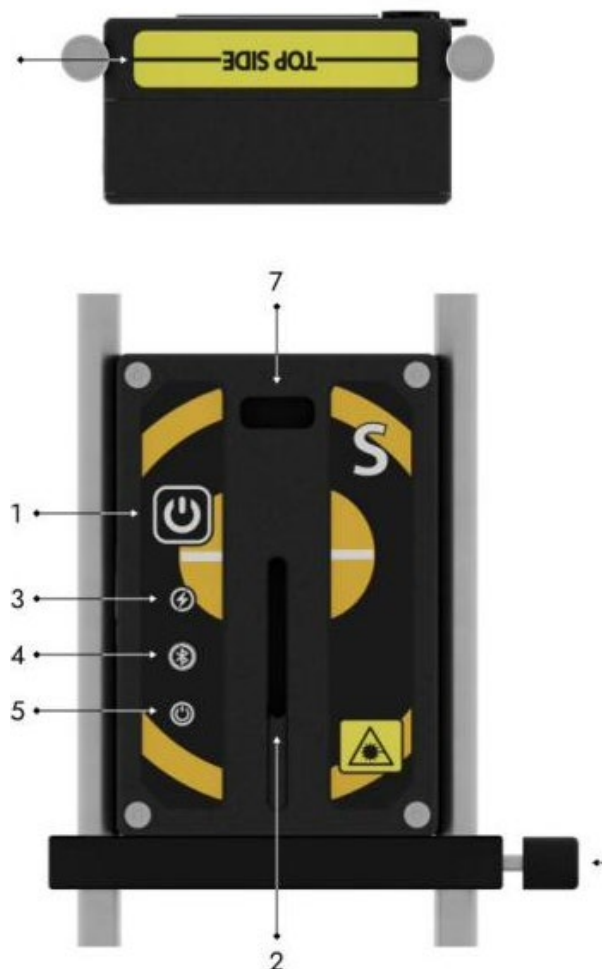


Рисунок 1. Устройство измерительного блока

3.5. Индикация измерительных блоков

Таблица 4. Состояния индикации измерительных блоков

Состояние индикации	Значение
Индикатор включения светится красным	Блок включен и готов к работе
Индикатор включения светится зелёным	Блок готов проводить измерения либо выполняется измерение
Индикатор связи светится синим	Блок подключен к устройству пользователя
Индикатор связи мигает синим	Выполняется передача данных
Индикатор заряда светится зелёным	Выполняется зарядка блока
Индикаторы не светятся при подключённом зарядном устройстве	Блок полностью заряжен

Состояние индикации	Значение
Индикатор не светится после нажатия кнопки включения	Заряд аккумулятора недостаточен; блок необходимо поставить на зарядку

Для выключения блока следует нажать кнопку включения и удерживать её 2–3 секунды.

Зарядка измерительных блоков. Зарядное устройство (адаптер 5 В, 1 А) подключается к измерительному блоку от сети 220 В через кабель mini USB. Разрешается использовать USB-кабели и адаптер, входящие в комплект поставки.

Зарядку измерительных блоков запрещается проводить:

- во время перевозки изделия воздушным транспортом;
- во взрывоопасных зонах;
- в зонах с высокой влажностью и температурой;
- на открытом солнце и в зонах с температурой ниже 0 °С.



Рисунок 2. Индикация измерительных блоков

Литий-ионные аккумуляторы вмонтированы в измерительные блоки и являются для них источниками энергии. Аккумуляторы теряют емкость в

течение срока службы в зависимости от температуры среды и числа циклов зарядки, в связи с чем гарантия на аккумуляторы не распространяется.

3.6. Монтаж измерительных блоков

- 1) Удерживая крепление с затяжной цепью вертикально, установить его на вал.
- 2) Поднять свободный конец цепи, натянуть её, устранив провисание, и закрепить на колке.
- 3) Плотнo натянуть цепь при помощи затяжного винта. Проверить плотность натяжения перед монтажом измерительных блоков. Не создавать чрезмерного натяжения.
- 4) Разместить измерительные блоки М и S между стойками так, чтобы фиксирующая планка с винтом находилась под измерительными блоками. Допускается установка фиксирующей планки над измерительными блоками в случае, когда блоки М и (или) S плотно прилегают к основанию крепления.
- 5) Убедиться, что измерительные блоки надёжно затянуты на стойках. Крепления симметричны и могут устанавливаться с разных сторон.
- 6) При необходимости увеличить длину цепи с помощью удлинительной цепи.
- 7) Установить измерительный блок М со стороны подвижной машины (на вал или на муфту), измерительный блок S — со стороны стационарной машины (на вал или на муфту). Если блок невозможно установить непосредственно на валах (например, при ограниченном пространстве), крепления могут быть установлены на соединительной муфте.
- 8) Установить измерительные блоки так, чтобы верхняя часть корпуса блока М находилась на 2 см ниже верхней части корпуса блока S — для того, чтобы линия лазера оказалась в окне приёмного блока.

9) Отрегулировать положение блоков по высоте, плавно перемещая их по стойкам.

10) Зафиксировать положение блоков при помощи винта на фиксирующей планке.

Ожидаемый результат: измерительные блоки жёстко закреплены на валах, лазерный луч попадает в приёмное окно детектора, положение блоков не изменяется при повороте валов.



Рисунок 3. Монтаж измерительных блоков

3.7. Эксплуатационные ограничения

При использовании измерительной системы необходимо соблюдать следующие ограничения:

- изделие должно эксплуатироваться только обученным персоналом, ознакомленным с настоящим документом и правилами пользования изделием;

- оберегать изделие от влаги (в том числе от дождя, брызг и иного воздействия воды и других жидкостей), не допускать попадания посторонних предметов внутрь изделия;
- не подвергать изделие ударам, сотрясениям, сильным вибрациям или сдавливанию;
- транспортировать изделие в кейсе или сумке;
- выдерживать изделие в кейсе или сумке при переносе с холода для смягчения температурного перепада. Конденсация влаги внутри и на поверхности изделия может привести к коррозии металлических частей и электронных компонентов; скопившаяся внутри влага может замерзнуть при работе на морозе, а образовавшиеся частицы льда — привести к поломке оборудования;
- не использовать дополнительные принадлежности других производителей: это может привести к выходу изделия из строя;
- запрещается использовать недокументированные возможности внутреннего программного обеспечения изделия (манипуляции с инженерным меню, установка нештатного ПО, программные изменения), сведения о которых получены из неофициальных источников. В результате неквалифицированных манипуляций работоспособность изделия или точность работы его систем может быть безвозвратно утрачена;
- ответственность за резервное копирование всех данных перед отправкой изделия в ремонт лежит на владельце. Гарантийное обслуживание не включает восстановление данных.

4. НАЧАЛО РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ

4.1. Запуск Программы и авторизация

- 1) Включить измерительные блоки М и S нажатием кнопки включения.

Индикаторы включения светятся красным цветом.

- 2) Убедиться, что на устройстве пользователя включен адаптер Bluetooth.

- 3) Запустить Программу.

Отображается экран поиска измерительных блоков.

Регистрация и авторизация пользователя в Программе не предусмотрены: Программа не ведет учётных записей пользователей и не использует персональные учётные данные. Состав доступных функций определяется установленной лицензией (п. 4.7).



Рисунок 4. Экран поиска измерительных блоков

4.2. Выбор языка интерфейса

- 1) На экране поиска измерительных блоков нажать кнопку выбора языка.
- 2) В открывшемся выпадающем списке выбрать требуемый язык интерфейса.

Ожидаемый результат: интерфейс Программы отображается на выбранном языке.

4.3. Поиск измерительных блоков

Экран поиска измерительных блоков содержит две колонки:

- левая колонка — измерительные блоки VLS, находящиеся в радиусе действия Bluetooth. На корпусе блока указана буква S; блок устанавливается на валу со стороны неподвижного агрегата;
- правая колонка — измерительные блоки VLM, находящиеся в радиусе действия Bluetooth. На корпусе блока указана буква M; блок устанавливается на валу со стороны подвижного агрегата.

Порядок действий:

- 1) Дождаться завершения поиска. В колонках отображаются доступные для подключения устройства.
- 2) В левой колонке выбрать блок S, установленный на стационарной машине.
- 3) В правой колонке выбрать блок M, установленный на подвижной машине.

Ожидаемый результат: выбранные устройства выделяются в колонках поиска, кнопка «Продолжить» становится доступной.

Дополнительные элементы управления экрана:

Таблица 5. Элементы управления экрана поиска измерительных блоков

Элемент	Назначение
Кнопка выбора языка	Изменение языка интерфейса
Кнопка перехода на главный экран	Переход на главный экран без подключения к измерительным блокам
Кнопка выхода	Завершение работы Программы
Кнопка загрузки инструкции	Загрузка и открытие актуальной версии руководства
Кнопка «Продолжить»	Подключение к выбранным устройствам и переход на главный экран

4.4. Подключение к измерительным блокам

- 1) На экране поиска измерительных блоков нажать кнопку «Продолжить».

- 2) Дождаться установления соединения. Ход выполнения операции отображается в строке состояния.

Ожидаемый результат: Программа подключается к выбранным измерительным блокам и отображает главный экран. Индикаторы связи на измерительных блоках светятся синим цветом, на главном экране отображается индикация заряда батареи блоков.

Если измерительные блоки не подключены, индикация заряда неактивна (отображается серым цветом).



Рисунок 5. Главный экран Программы

4.5. Главный экран

Главный экран содержит следующие элементы управления:

Таблица 6. Элементы управления главного экрана

Элемент	Назначение
Строка состояния	Информирование пользователя о текущем статусе процессов
«Прервать поиск» / «Отключиться от измерительных блоков» / «Перейти в демонстрационный режим»	Управление соединением с измерительными блоками и переход в демонстрационный режим
Кнопка экспресс-измерения	Переход в режим экспресс-измерения
Индикация заряда батареи	Отображение уровня заряда измерительных блоков
«Новая центровка»	Начало новой центровки. Данные последней центровки будут стерты
«Продолжить центровку»	Возобновление центровки с ранее сохранёнными размерами, настройками «мягкой лапы» и промежуточными

Элемент	Назначение
	результатами. Дата последней незавершенной сессии указана на кнопке
«Отчёт»	Открытие отчёта по данным последней центровки
Кнопка отключения от блоков	Отключение от измерительных блоков и переход на экран поиска измерительных блоков
Кнопка лицензии	Переход на экран лицензии

Кнопка отключения от измерительных блоков используется для исправления ошибочного выбора блоков, а также для ручного повторного подключения к ним в случае, если автоматическое переподключение после потери соединения (например, из-за разряда устройств) невозможно.

4.6. Демонстрационный режим

Демонстрационный режим позволяет ознакомиться с последовательностью работы Программы без подключения физических измерительных блоков.

- 1) На главном экране выбрать «Перейти в демонстрационный режим».
- 2) Выполнить требуемые операции в обычном порядке.

Ожидаемый результат: Программа выполняет сценарий центровки с использованием демонстрационных данных.

Внимание. Данные, полученные в демонстрационном режиме, не являются результатом реального измерения оборудования и не должны использоваться для оценки состояния агрегата.

4.7. Экран лицензии

- 1) На главном экране нажать кнопку лицензии.
- 2) Ознакомиться с перечнем доступных функций Программы.
- 3) При необходимости выполнить обновление лицензии.

Ожидаемый результат: отображается перечень функций, доступных в соответствии с установленной лицензией.

Примечание. Состав доступных функций определяется лицензией и возможностями подключённого оборудования.

4.8. Завершение работы

- 1) Для отключения от измерительных блоков нажать кнопку отключения на главном экране. Программа возвращается на экран поиска измерительных блоков.
- 2) Для завершения работы Программы нажать кнопку выхода на экране поиска измерительных блоков.
- 3) Выключить измерительные блоки: нажать кнопку включения и удерживать 2–3 секунды.

Ожидаемый результат: Программа закрыта, измерительные блоки выключены. Данные текущей рабочей сессии сохранены и доступны при следующем запуске Программы.

5. КОНФИГУРАЦИЯ ЦЕНТРОВКИ

5.1. Базовые настройки центровки

- 1) На главном экране нажать кнопку «Новая центровка».
- 2) Отображается экран выбора параметров центровки.
- 3) Выбрать единицы измерения — миллиметры или дюймы.
- 4) Выбрать разрядность — количество знаков после запятой для результатов измерений.
- 5) Выбрать тип муфты:
 - Стандартный — результаты показывают излом и смещение валов;
 - Промвал — требуется дополнительно ввести размер промежуточного вала; результаты показывают два значения излома (для промежуточного вала и основного вала).
- 6) Нажать кнопку «Продолжить».

Ожидаемый результат: выбранные настройки зафиксированы, отображается экран установки параметров оборудования.

Активные параметры выделяются в интерфейсе; недоступные для выбора параметры отображаются как неактивные. Для возврата к предыдущему экрану используется соответствующая кнопка навигации.



Рисунок 6. Экран выбора базовых настроек центровки

5.2. Экран параметров оборудования

Экран параметров оборудования содержит трёхмерную схему агрегата и следующие элементы управления:

Таблица 7. Элементы управления экрана параметров оборудования

Элемент	Назначение
Поля ввода размеров	Ввод значений расстояний
«Мягкая лапа»	Переход на экран проверки «мягкой лапы». Доступно только после ввода размеров
«Измерение»	Переход на экран измерений. Доступно только после ввода размеров
Смена ракурса / зеркальное отражение машин	Изменение представления агрегата на трёхмерной схеме
Настройки	Переход к настройкам Программы
«Домой»	Переход на главный экран
Панель последовательности этапов	Отображение текущего этапа работы
Блокировка опор	Активация функции блокировки опор



Рисунок 7. Экран установки параметров оборудования

5.3. Ввод размеров оборудования

- 1) На экране параметров оборудования коснуться иконки ввода размеров или любого поля ввода.

- 2) Отображается активное поле ввода и клавиатура для ввода значений.
- 3) Ввести значения размеров в соответствии с таблицей:

Таблица 8. Обозначения размеров оборудования

Обозначение	Размер
A	Расстояние между блоками S и M. Измеряется между центрами стоек
B	Расстояние между центром стойки блока M и центром муфты
C	Частота вращения, об/мин (RPM)
D	Диаметр муфты. По умолчанию значение равно 100 мм
E	Расстояние между осью фиксатора второй опоры и центром муфты
F	Расстояние между осями фиксаторов первой и второй опоры

- 1) Для фиксации значения и перехода к следующему полю ввода нажать кнопку подтверждения.
- 2) Для отмены ввода размера нажать кнопку отмены.

Ожидаемый результат: после ввода данных на экране отображается трёхмерная схема оборудования со всеми указанными расстояниями. Кнопки «Мягкая лапа» и «Измерение» становятся доступными.

Диаметр муфты вводится только при необходимости пересчёта допусков угловой несоосности на реальный диаметр муфты. По умолчанию значение нормируется на диаметр муфты 100 мм.



Рисунок 8. Экран ввода размеров оборудования



Рисунок 9. Обозначение размеров оборудования

5.4. Повторный ввод размеров и пересчёт результатов

При повторном вводе размеров после выполнения измерения доступны следующие операции:

Таблица 9. Элементы управления при повторном вводе размеров

Элемент	Назначение
Обновление записей измерений	Обновление записей измерений после повторного ввода размеров
Пересчёт всех результатов	Пересчёт всех результатов в таблице повторяемости
Пересчёт выбранного результата	Пересчёт только выбранного результата в таблице повторяемости

После перехода к контрольным измерениям результаты «до центровки» при изменении размеров автоматически не пересчитываются. Для их пересчёта следует воспользоваться кнопкой обновления результатов в правом верхнем углу таблицы повторяемости.

5.5. Настройка допусков

5.5.1. Выбор допуска

- 1) На экране ввода размеров перейти на экран допусков.
- 2) Ознакомиться со списком системных и пользовательских допусков.

3) Выбрать требуемый допуск.

Ожидаемый результат: выбранный допуск отмечается как активный и применяется при оценке результатов измерений.

Программа автоматически выбирает допуск, соответствующий указанной частоте вращения. Выбор пользовательского допуска отключает автоматический выбор на основе частоты вращения.



Рисунок 10. Экран настройки допусков

5.5.2. Создание пользовательского допуска

- 1) На экране допусков нажать кнопку создания пользовательского допуска.
- 2) В открывшемся окне ввести название допуска.
- 3) С помощью экранной клавиатуры ввести значения пользовательского допуска.
- 4) Нажать кнопку сохранения.

Ожидаемый результат: пользовательский допуск сохранен и отображается в списке допусков.

Для возврата к выбору допусков без сохранения следует нажать кнопку возврата.



Рисунок 11. Создание пользовательского допуска

5.6. Поправки на тепловое расширение

- 1) На экране ввода размеров перейти к вводу поправки на тепловое расширение.
- 2) Ввести значения поправок:

Таблица 10. Поправки на тепловое расширение

Поправка	Описание
Смещение в вертикальной плоскости	Поправка на смещение при тепловом расширении по вертикали
Излом в вертикальной плоскости	Поправка на излом при тепловом расширении по вертикали
Смещение в горизонтальной плоскости	Поправка на смещение при тепловом расширении по горизонтали
Излом в горизонтальной плоскости	Поправка на излом при тепловом расширении по горизонтали

- 1) Подтвердить ввод значений.

Ожидаемый результат: введенные поправки учитываются при расчёте результатов центровки.



Рисунок 12. Ввод поправок на тепловое расширение

5.7. Работа с промежуточным валом

- 1) На экране базовых настроек центровки выбрать тип муфты «Промвал».
- 2) На экране параметров оборудования ввести длину промежуточного вала в дополнительно отображаемое поле.
- 3) Ввести остальные размеры оборудования.

Ожидаемый результат: поле ввода длины промежуточного вала доступно для заполнения. Переход на экран измерений возможен только после ввода всех размеров оборудования.

Результаты при использовании функции промежуточного вала представляются в виде двух значений излома относительно промежуточного вала.



Рисунок 13. Ввод длины промежуточного вала

5.8. Блокировка опор

Функция блокировки опор применяется, когда перемещение отдельных опор невозможно и поправки должны рассчитываться по оставшимся опорам.

- 1) На экране параметров оборудования или на экране результатов активировать функцию блокировки опор.
- 2) Перейти к вводу размеров.
- 3) Ввести расстояние между опорами левой машины.
- 4) Ввести расстояние от муфты до первой пары опор левой машины.
- 5) Нажать на иконку с открытым замком у опоры, которую требуется заблокировать. Заблокированные опоры отмечаются иконкой закрытого замка.
- 6) Для разблокировки опоры нажать на иконку закрытого замка.

Ожидаемый результат: при активной функции блокировки опор отображается соответствующий индикатор. Переход на экран измерений возможен, если заблокированы две опоры.

Внимание. Для пересчёта поправок по опорам необходимо наличие двух заблокированных опор. Требование действует как на экране результатов измерений, так и в режиме живой центровки.



Рисунок 14. Экран блокировки опор



Рисунок 15. Переход к измерению при заблокированных опорах

5.9. Проверка «мягкой лапы»

Проверка «мягкой лапы» выполняется до проведения измерений несоосности.

- 1) Установить измерительные блоки в вертикальное положение. Измерения в функции «Мягкая лапа» проводятся только при вертикальном положении блоков. Положение блоков синхронизируется с реальными устройствами и отображается в виде трёхмерных моделей.
- 2) На экране параметров оборудования нажать кнопку «Мягкая лапа».
- 3) Выбрать опору и нажать кнопку начала измерения подъёма выбранной опоры. Начать измерение, как и продолжить, можно с любой опоры.
- 4) Выполнить последовательность действий, отображаемую на панели последовательности измерений: «Открутить» — «Подождать» — «Закрутить». Текущие значения отображаются на экране.
- 5) Завершить измерение на выбранной опоре.
- 6) Повторить действия для остальных опор.

Ожидаемый результат: для каждой опоры отображается значение в миллиметрах, на которое требуется скорректировать опору. Под указанную лапу опоры необходимо подложить пластину соответствующей толщины.

После успешного выполнения процедуры «Мягкая лапа» можно приступать к измерениям.



Рисунок 16. Экран проверки «мягкой лапы»



Рисунок 17. Последовательность измерения «мягкой лапы»

6. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Экран измерения. Общие сведения

Переход на экран измерения выполняется с экрана параметров оборудования нажатием кнопки «Измерение».

Экран измерения содержит следующие элементы:

Таблица 11. Элементы экрана измерения

Элемент	Назначение
Кнопка снятия показаний	Регистрация показаний в текущем положении. В момент снятия показаний кнопка недоступна; заполнение кнопки зелёным цветом отображает прогресс измерения
Кнопка отмены	Возврат к выбору методов; отмена измерения в последней точке; отмена последнего шага и удаление результата из таблицы повторяемости. Поведение кнопки зависит от этапа измерения
Кнопка завершения измерения	Завершение измерения и переход к выбору методов. При достижении минимального количества точек результат сохраняется в таблицу повторяемости
Показатель качества измерения	Оценка качества на основе факторов, зависящих от выбранного метода измерения
Счётчик точек	Количество точек, в которых произведено измерение
Кнопка нового измерения	Начало нового измерения. Доступна после полного цикла измерения
Таблица результатов текущего измерения	Отображение результатов. Появляется после полного цикла измерения
Индикация угла	Показания текущего значения угла измерительных блоков М и S
Кнопка перехода к результатам	Переход на экран результатов. Доступна после полного цикла измерения
Кнопка таблицы повторяемости	Переход в таблицу повторяемости



Рисунок 18. Экран измерения

6.2. Выбор метода измерения

- 1) На экране измерения открыть список методов измерения. Кнопка активного метода выделена цветом.
- 2) Выбрать метод измерения в соответствии с условиями работ (таблица ниже).
- 3) При необходимости выбрать вид отображения:
 - 3D — стандартный вид;
 - 2D — отображение измерительного круга в профиль без измерительных блоков;
 - Эксперт — отображение расширенной информации об измерении.
- 4) Нажать кнопку начала измерения в первой позиции.

Положение лазера на шкале отображается в реальном времени в графической и числовой форме. На экране также отображается уровень заряда батареи измерительных блоков.

Поддерживаемые методы измерения:

Таблица 12. Методы измерения

Метод	Описание и область применения
Часовой метод	Показания регистрируются в положениях «9 часов», «12 часов» и «3 часа»
Метод усечённого угла	Применяется для измерений на оборудовании с ограниченным вращением вала или для быстрой предварительной оценки несоосности. Угол между измерениями составляет минимально 40°. Для повышения точности рекомендуется размещать точки измерения

Метод	Описание и область применения
	максимально далеко друг от друга и увеличить их количество до пяти
Умный сектор	Позволяет произвести измерения в любых доступных 8 секторах. Программа подсвечивает рекомендуемый для следующего измерения сектор в зависимости от условий измерения. После измерения в 3 точках следующий сектор определяется аналитической системой, выбирающей сектор, измерение в котором позволит наиболее точно рассчитать результат. Результат формируется после измерения в 4 и более секторах
Многоточечный метод	Позволяет начинать измерения из любой точки вращения, фиксируя несколько точек для оптимизированных расчётов. Разработан для турбин и подшипников скольжения. Для повышения точности рекомендуется размещать точки измерения максимально далеко друг от друга и вращать вал строго в одном направлении
Непрерывный метод	Осуществляет непрерывную запись точек во время измерения с автоматическим анализом их качества. Для повышения точности рекомендуется вращать вал строго в одном направлении



Рисунок 19. Экран выбора метода измерения

Методы измерения



Рисунок 20. Список методов измерения

6.3. Часовой метод

- 1) Разместить измерительные блоки в положении «9 часов». Кнопка «Начать» становится доступной, как только измерительные блоки будут находиться в положении «9 часов».
- 2) Нажать кнопку снятия показаний.
- 3) Разместить измерительные блоки в положении «12 часов».
- 4) Нажать кнопку снятия показаний.
- 5) Разместить измерительные блоки в положении «3 часа».
- 6) Нажать кнопку снятия показаний.

Кнопка снятия показаний доступна для нажатия, когда измерительные блоки приняли верное положение. Значения текущего угла у обоих измерительных блоков должны быть стабильны, чтобы зафиксировать показания расцентровки.

Ожидаемый результат: после регистрации показаний в трёх положениях на экране отображается результат измерения, результат сохраняется в таблицу повторяемости.



Разместите измерительные блоки в положении «9 часов»



Нажмите 



Разместите измерительные блоки в положении «12 часов»



Нажмите 



Рисунок 21. Часовой метод. Последовательность измерения



Рисунок 22. Часовой метод. Завершение измерения

6.4. Метод усечённого угла

- 1) Начать измерение из любого положения измерительных блоков. Нажать кнопку снятия показаний.
- 2) Повернуть измерительные блоки на угол не менее 20° от первой точки измерения. Нажать кнопку снятия показаний.
- 3) Повернуть измерительные блоки на угол не менее 20° от второй точки измерения. Нажать кнопку снятия показаний.
- 4) При необходимости провести измерения в двух дополнительных точках.

Минимальный угол поворота валов между замерами составляет 20° . Суммарного угла 40° достаточно для расчёта всех перемещений; для получения наиболее точного результата рекомендуется провести измерения ещё в двух точках. Увеличение количества точек измерения положительно влияет на качество полученного результата.

Ожидаемый результат: после получения значений расцентровки можно перейти к экрану результатов.



Начать измерение можно с любого положения измерительных блоков.
Минимальный угол поворота валов между замерами 20°.

Для проведения измерений в следующей точке необходимо вывести вал за пределы сектора, окрашенного в красно-оранжевый цвет.

Начните измерение из любого положения 



Поверните измерительные блоки на $\geq 20^\circ$ от первой точки измерения

Нажмите 



Поверните измерительные блоки на $\geq 20^\circ$ от второй точки измерения

Нажмите 

Рисунок 23. Метод усечённого угла. Измерение в трёх точках



Когда вы получили значения расцентровки, можно приступить к результатам 



При необходимости проведите дополнительные измерения. 

Рисунок 24. Метод усечённого угла. Дополнительные точки

6.5. Умный сектор

На экране отображаются:

- сектор, в котором расположены измерительные блоки;
- рекомендуемые сектора для проведения следующего измерения;
- доступные для проведения измерения сектора.

- 5) Начать измерение из любого сектора. Нажать кнопку снятия показаний.
- 6) Переместить измерительные блоки в один из ближайших секторов. Выбор сектора определяет дальнейшее направление вращения блоков. Нажать кнопку снятия показаний.

- 7) Разместить измерительные блоки в следующем рекомендуемом секторе. Нажать кнопку снятия показаний.
- 8) После измерения в 4 секторах при необходимости продолжить измерение в оставшихся секторах. Всего возможно провести измерение в 8 секторах.

Ожидаемый результат: после получения значений расцентровки можно перейти к экрану результатов.



- A** Сектор, в котором расположены измерительные блоки.
- B** Рекомендуемые сектора для проведения следующего измерения.
- C** Доступные для проведения измерения сектора.



Начните измерение из любого сектора



Переместите измерительные блоки в один из ближайших секторов. Выбор сектора определяет дальнейшее направление вращения блоков



Нажмите



Разместите измерительные блоки в следующем рекомендуемом секторе

Рисунок 25. Умный сектор. Начало измерения

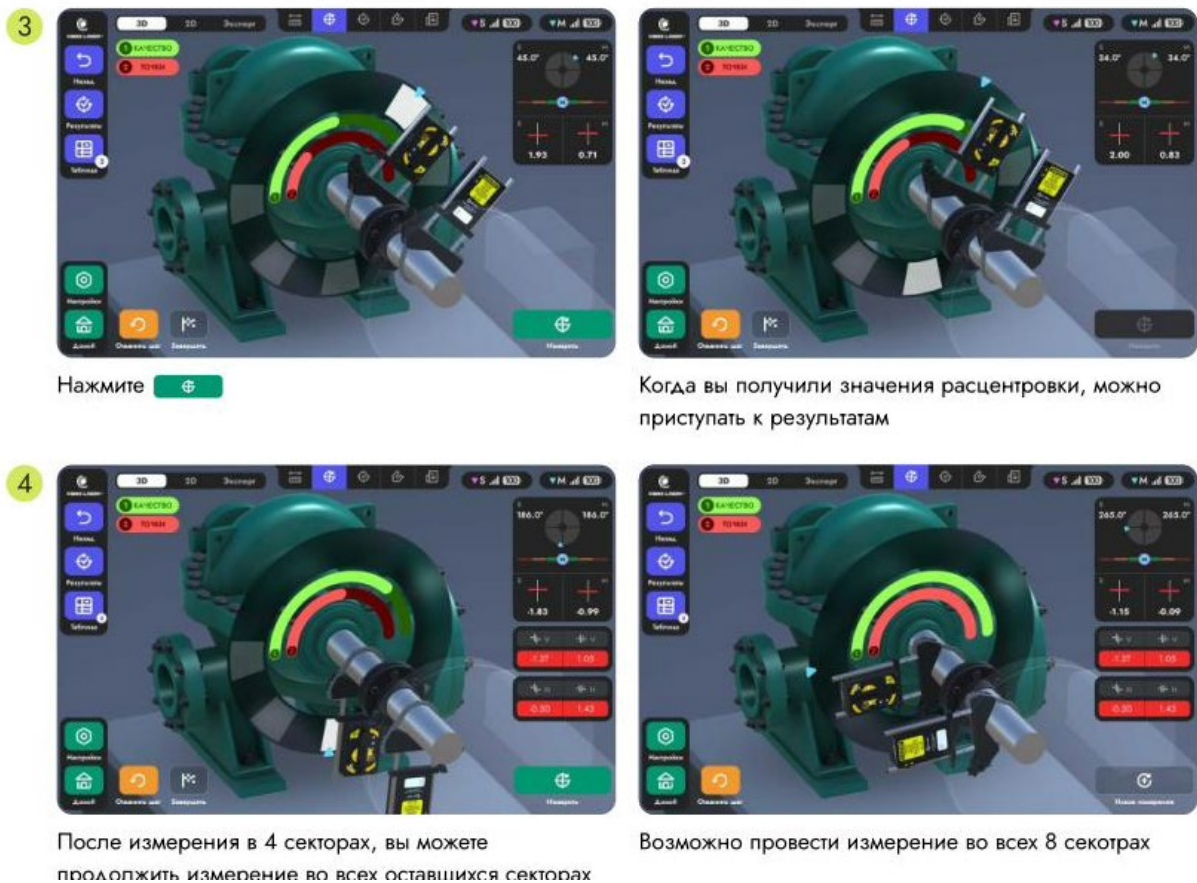


Рисунок 26. Умный сектор. Продолжение измерения

6.6. Многоточечный метод

- 1) Начать измерение из любого положения. Нажать кнопку снятия показаний.
- 2) Повернуть измерительные блоки более чем на 0,5 градуса. Нажать кнопку снятия показаний.
- 3) Повторить процедуру в 5 точках. Общий пройденный угол должен составлять не менее 40 градусов.
- 4) При необходимости продолжить измерения в других позициях для повышения качества результата.

Метод позволяет произвести до 100 измерений в различных позициях. Начать измерение можно из любого положения измерительных блоков; минимальный угол поворота между замами составляет 0,5 градуса.

Ожидаемый результат: при корректном выполнении всех условий на экране отображается результат измерения.



Рисунок 27. Многоточечный метод. Последовательность измерения

6.7. Непрерывный метод

- 1) Начать измерение, нажав кнопку снятия показаний.
- 2) Равномерно вращать вал строго в одном направлении.
- 3) Завершить измерение по достижении требуемого углового охвата.

Программа осуществляет непрерывную запись точек во время измерения с автоматическим анализом их качества.

Ожидаемый результат: на экране отображается результат измерения, рассчитанный по зарегистрированному набору точек.

6.8. Инженерное отображение данных

Инженерное отображение данных позволяет произвести качественную оценку данных, полученных во время измерения.

Таблица 13. Элементы инженерного отображения данных

Элемент	Назначение
Показания блоков в реальном времени	Отображение текущих показаний измерительных блоков
Кнопка измерения	Проведение измерения в текущей точке
Таблица измерений	Перечень всех проведённых измерений. При нажатии на значение в таблице соответствующая точка выделяется на графике
График	Визуализация рассчитанного результата и проведённых измерений в виде точек
Значения излома и смещения	Полученные расчётные значения
Значения RMSE1 и RMSE2	Среднеквадратическое отклонение по всем проведённым измерениям (RMSE1) и после фильтрации точек (RMSE2)

Возле каждого значения в таблице цветовая индикация отображает статус на основе среднеквадратического отклонения (СКО):

- зелёный — значение входит в СКО;
- жёлтый — значение находится в диапазоне между СКО и тройным СКО;
- красный — значение превышает тройное СКО.



- A** Отображает показания измерительных блоков в реальном времени.
- B** Нажмите, чтобы провести измерение в текущей точке.
- C** Таблица, содержащая все проведенные измерения, при нажатии на значение в таблице выделяется соответствующая точка на графике.

Рисунок 28. Инженерное отображение данных

6.9. Таблица повторяемости

Таблица повторяемости содержит перечень сохранённых результатов измерений текущей работы.

- 1) На экране измерения нажать кнопку перехода в таблицу повторяемости.
- 2) Ознакомиться с перечнем результатов.

Состав данных таблицы:

Таблица 14. Элементы таблицы повторяемости

Элемент	Назначение
Текущий результат	Результат, выбранный в качестве текущего
Кнопка выбора результата	Выбор результата в качестве текущего
Кнопка удаления результата	Удаление результата из таблицы
Порядковый номер измерения	Номер измерения
Дополнительная информация	Метод измерения, количество измеренных точек и пройденный угол
Дата и время	Дата и время проведения измерения

После проведения контрольных измерений в таблице отображаются как данные до центровки (в нижней таблице), так и данные после центровки (в верхней таблице).

Ожидаемый результат: выбранный результат применяется в качестве текущего и используется на экране результатов и в отчёте.

Особенности пересчёта результатов. При выборе результата текущего этапа выполняется автоматический пересчёт. При выборе результата в данных до центровки пересчёт не производится, если был выполнен переход к контрольным измерениям. Результат, не пересчитанный с учётом текущих размеров, отмечается в таблице соответствующим признаком. Для пересчёта следует воспользоваться кнопками пересчёта всех результатов для контрольных результатов и для данных до центровки.



Рисунок 29. Таблица повторяемости



Рисунок 30. Пересчёт результатов при изменении размеров

7. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И КОРРЕКТИРОВКА

7.1. Экран результатов

Переход на экран результатов выполняется с экрана измерения после завершения полного цикла измерения.

Экран результатов содержит:

Таблица 15. Элементы экрана результатов измерений

Элемент	Назначение
Результаты смещения в вертикальной плоскости	Значение параллельного смещения осей по вертикали
Результаты излома в вертикальной плоскости	Значение угловой несоосности по вертикали
Результаты смещения в горизонтальной плоскости	Значение параллельного смещения осей по горизонтали
Результаты излома в горизонтальной плоскости	Значение угловой несоосности по горизонтали
Рекомендации по устранению расцентровки	Требуемые перемещения опор. Стрелки визуально помогают определить направление изменения позиции пары лап опор
«Живая центровка»	Переход на экран живой центровки
«Виртуальная центровка»	Переход в режим виртуальной центровки
«Отчёт»	Переход на экран формирования отчёта
Блокировка опор	Активация функции блокировки опор и переход на экран ввода размеров

Ожидаемый результат: пользователь получает значения несоосности, оценку соответствия выбранному допуску и требуемые перемещения опор подвижной машины.

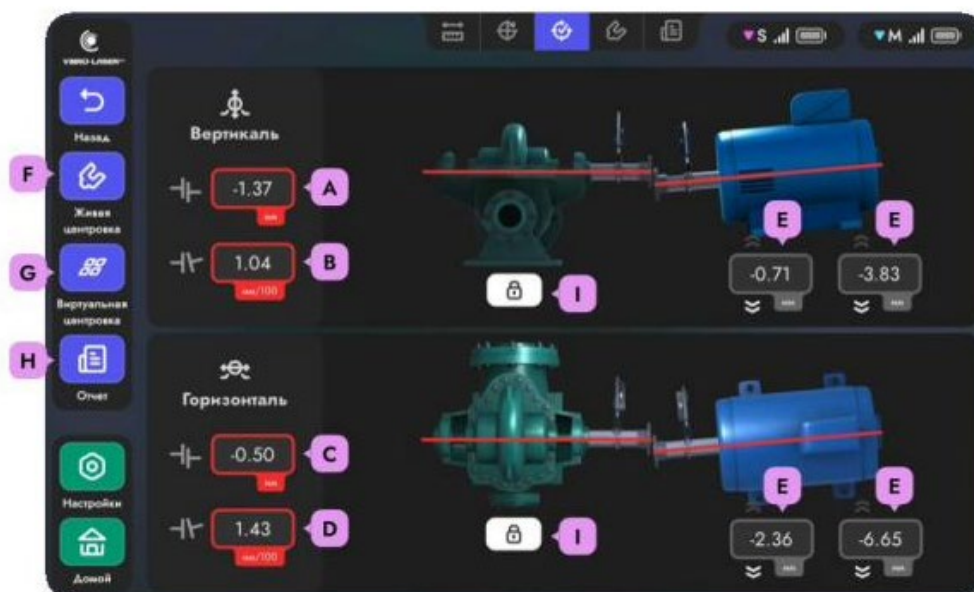


Рисунок 31. Экран результатов измерений

7.2. Живая центровка. Общие сведения

В режиме живой центровки изменения значений расцентровки отображаются в реальном времени при регулировке подвижной машины по горизонтали и вертикали.

- 1) На экране результатов нажать кнопку «Живая центровка».
- 2) Выполнить корректировку положения машины в текущей плоскости.
- 3) Зафиксировать текущие изменения и перейти к следующей плоскости. Иконка на кнопке перехода изменяется в зависимости от текущей плоскости.

Дополнительные элементы управления:

Таблица 16. Элементы экрана живой центровки

Элемент	Назначение
Кнопка перехода к отчёту	Переход на экран «Отчёт»
Кнопка контрольного измерения	Проведение контрольного измерения
Кнопка фиксации изменений	Фиксация текущих изменений в текущей плоскости и переход к следующей плоскости

Внимание. Механическое перемещение машины выполняется пользователем. Программа не управляет приводами и механизмами

перемещения оборудования. Все работы по перемещению машины выполняются с соблюдением требований промышленной безопасности.

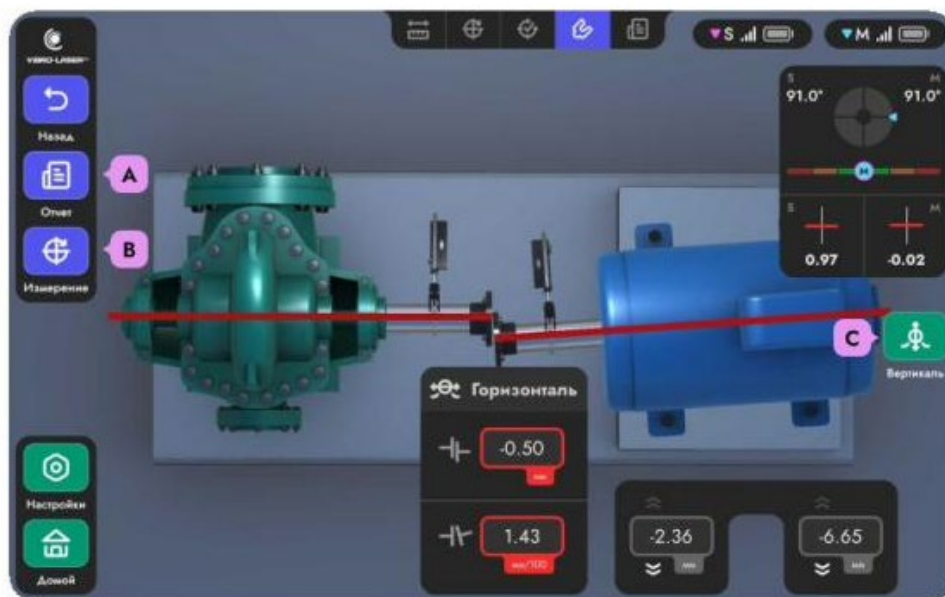


Рисунок 32. Экран живой центровки

7.3. Живая центровка с регулируемыми опорами

7.3.1. Центровка в горизонтальной плоскости

- 1) Установить измерительные блоки в одно из положений, указанных на экране для корректировки значений в горизонтальном положении.
- 2) Выполнить перемещение опор подвижной машины в соответствии с отображаемыми рекомендациями. Стрелки визуально помогают определить направление изменения позиции пары лап опор.
- 3) Контролировать результаты смещения и излома в горизонтальной плоскости, отображаемые на экране.
- 4) Зафиксировать текущие изменения и перейти к корректировке значений в вертикальной плоскости. Кнопка перехода доступна после полного цикла измерения.

Ожидаемый результат: значения смещения и излома в горизонтальной плоскости находятся в пределах выбранного допуска.

7.3.2. Центровка в вертикальной плоскости

- 1) Установить измерительные блоки в одно из положений, указанных на экране для корректировки значений в вертикальном положении.
- 2) Выполнить перемещение опор подвижной машины в соответствии с отображаемыми рекомендациями.
- 3) Контролировать результаты смещения и излома в вертикальной плоскости.
- 4) Зафиксировать текущие изменения и перейти к корректировке значений в горизонтальной плоскости.

Ожидаемый результат: значения смещения и излома в вертикальной плоскости находятся в пределах выбранного допуска.



Рисунок 33. Живая центровка в горизонтальной плоскости

Центровка в вертикальной плоскости



Рисунок 34. Живая центровка в вертикальной плоскости

7.4. Анализ данных при переходе между плоскостями

При переходе между плоскостями Программа выполняет анализ данных для обнаружения потенциальных проблем. В этот момент измерительные блоки должны находиться в неподвижном состоянии.

Возможны следующие результаты анализа:

Таблица 17. Результаты анализа данных при переходе между плоскостями

Результат анализа	Отображаемое сообщение	Доступные действия
Выполняется анализ	«Анализ данных»	Отменить переход и вернуться к корректировке значений в текущей плоскости
Обнаружены потенциальные проблемы	«Потенциальные проблемы» с перечнем обнаруженных проблем	Отменить переход и вернуться к корректировке значений (рекомендуется); либо зафиксировать данные и перейти к следующей плоскости, игнорируя проблемы
Проблемы не обнаружены	«Проблемы не обнаружены»	Зафиксировать данные и перейти к следующей плоскости; либо отменить переход и вернуться к корректировке значений

Ожидаемый результат: при отсутствии проблем данные фиксируются, Программа переходит к корректировке значений в следующей плоскости.



Рисунок 35. Окна анализа данных при переходе между плоскостями

7.5. Виртуальная центровка

Режим виртуальной центровки позволяет ввести коррекционные значения для каждой из доступных опор и оценить, как это повлияет на результаты, без фактического перемещения машины.

- 1) На экране результатов нажать кнопку «Виртуальная центровка».
- 2) Нажать на опору, для которой требуется ввести коррекционные значения.
- 3) Ввести коррекционные значения.

- 4) Ознакомиться с результатами, рассчитанными с учётом введённых корректировок.

Ожидаемый результат: на экране отображаются значения несоосности, рассчитанные с учётом введённых виртуальных корректировок.



Рисунок 36. Режим виртуальной центровки

7.6. Контрольное измерение

- 1) В режиме живой центровки после завершения корректировки нажать кнопку контрольного измерения.
- 2) Выполнить измерение в порядке, описанном в разделе 6.

Ожидаемый результат: контрольный результат сохраняется отдельно от первичного и отображается в верхней части таблицы повторяемости. Оба результата могут быть включены в отчёт.

7.7. Особенности отображения результатов при использовании промежуточного вала

При использовании функции промежуточного вала результаты измерений и живой центровки представляются в виде двух значений излома относительно промежуточного вала.

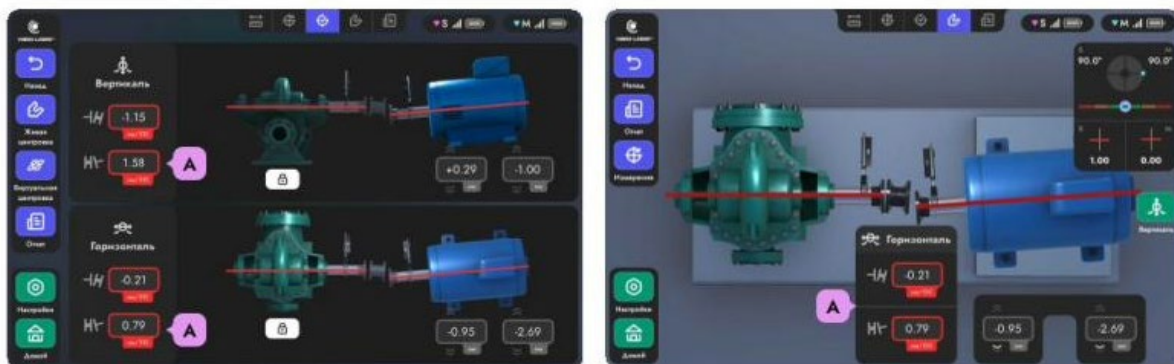


Рисунок 37. Результаты при использовании промежуточного вала

7.8. Особенности отображения результатов при блокировке опор

При активной функции блокировки опор поправки рассчитываются по незаблокированным опорам.

- 1) На экране параметров оборудования с активной функцией блокировки опор нажать кнопку проведения измерения.
- 2) После завершения измерения нажать кнопку просмотра результатов.

Ожидаемый результат: отображаются результаты измерений и рассчитанные поправки по опорам.



Рисунок 38. Результаты измерений при заблокированных опорах



Рисунок 39. Живая центровка при заблокированных опорах

Внимание. Для пересчёта поправок по опорам необходимы две заблокированные опоры. Требование действует как на экране результатов измерений, так и в режиме живой центровки.

8. ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЁТА

8.1. Переход к формированию отчёта

Переход на экран отчёта выполняется одним из способов:

- с экрана результатов измерений нажатием кнопки «Отчёт»;
- с экрана живой центровки нажатием кнопки перехода к отчёту;
- с главного экрана нажатием кнопки «Отчёт» — для открытия отчёта по данным последней центровки.

8.2. Заполнение реквизитов отчёта

1) На экране отчёта заполнить поля ввода данных:

- дата отчёта;
- наименование компании;
- имя оператора;
- имя файла.

2) При необходимости заменить стандартный логотип на изображение из памяти устройства.

Ожидаемый результат: введенные реквизиты отображаются в предварительном просмотре отчёта.

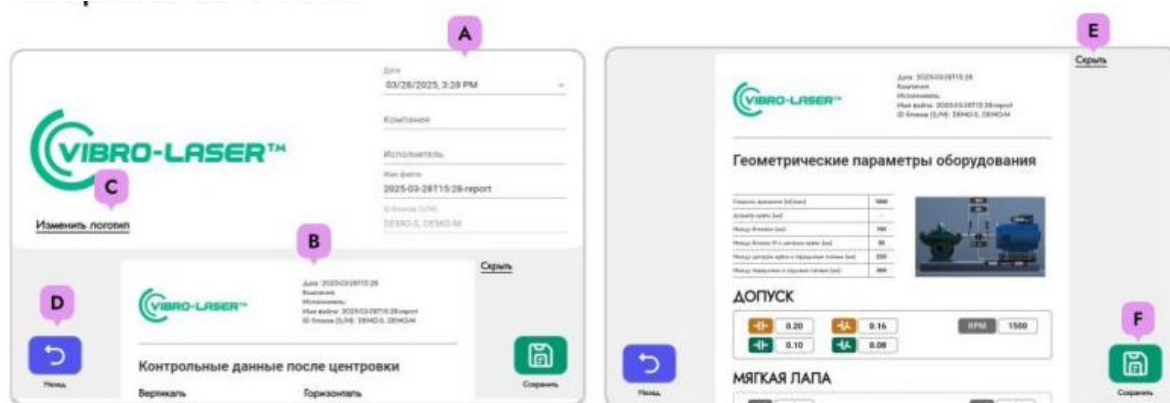


Рисунок 40. Экран сохранения отчёта

8.3. Состав отчёта

Сформированный отчёт может содержать следующие сведения:

- реквизиты отчёта (дата, наименование компании, имя оператора);

- информацию об агрегате;
- размеры оборудования, диаметр муфты, частоту вращения;
- настройки и результаты проверки «мягкой лапы»;
- выбранные допуски;
- первичные измерения (данные до центровки);
- контрольные измерения (данные после центровки);
- рассчитанные поправки для опор;
- изображения схемы оборудования и результатов.

Для отображения страницы контрольных измерений необходимо предварительно выполнить контрольное измерение.

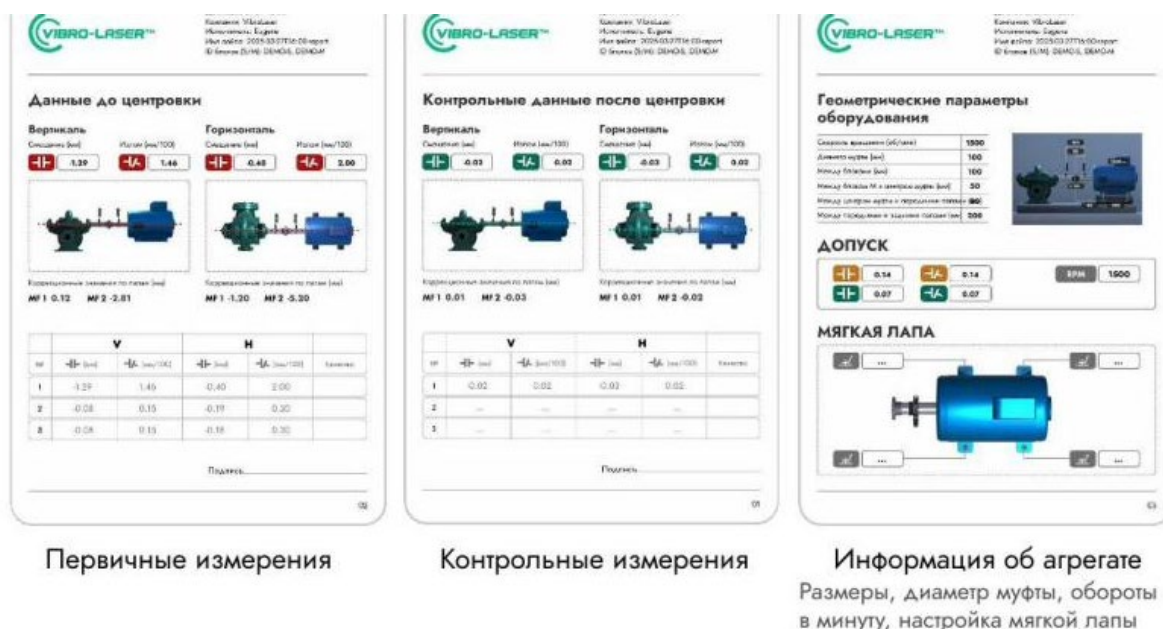


Рисунок 41. Страницы сформированного отчёта

8.4. Настройка состава страниц отчёта

- 1) В предварительном просмотре отчёта нажать кнопку скрытия страницы для тех страниц, которые не требуется включать в отчёт.

Ожидаемый результат: скрытые страницы не включаются в итоговый PDF-документ.

8.5. Сохранение отчёта

- 1) Проверить состав и содержание отчёта в предварительном просмотре.

- 2) Нажать кнопку сохранения отчёта в формате PDF.
- 3) Выбрать место сохранения файла средствами операционной системы.

Ожидаемый результат: отчёт сохранен на устройстве в формате PDF. Формирование отчёта не изменяет исходные измерения и расчётные результаты.

Для возврата на предыдущий экран используется кнопка возврата.

9. РАБОТА С НАСТРОЙКАМИ

9.1. Персональные настройки

Персональные настройки задаются пользователем и применяются к текущей работе:

Таблица 18. Персональные настройки Программы

Настройка	Где задается	Описание
Язык интерфейса	Экран поиска измерительных блоков	Выбор языка отображения интерфейса
Единицы измерения	Экран базовых настроек центровки	Миллиметры или дюймы
Разрядность	Экран базовых настроек центровки	Количество знаков после запятой для результатов измерений
Тип муфты	Экран базовых настроек центровки	Стандартный или промвал
Вид отображения	Экран измерения	3D, 2D или «Эксперт»
Ракурс и зеркальное отражение машин	Экран параметров оборудования	Изменение представления агрегата на трёхмерной схеме
Логотип отчёта	Экран отчёта	Замена стандартного логотипа на изображение из памяти устройства
Пользовательские допуски	Экран допусков	Создание и выбор пользовательских допусков

9.2. Системные настройки

Переход к настройкам Программы выполняется с экрана параметров оборудования нажатием кнопки настроек.

К системным относятся настройки и функции, определяющие режим работы Программы в целом:

- управление лицензией и просмотр перечня доступных функций (п. 4.7);
- переход в демонстрационный режим (п. 4.6);
- загрузка актуальной версии руководства (п. 4.3);
- управление подключением к измерительным блокам (п. 4.4, 4.8).

9.3. Сохранение и восстановление рабочей сессии

Настройки, размеры, результаты предварительных проверок, измерения и результаты расчёта сохраняются в локальном хранилище устройства.

- для продолжения незавершённой работы на главном экране следует нажать кнопку продолжения центровки. Дата последней незавершённой сессии указана на кнопке;
- для начала новой работы следует нажать кнопку «Новая центровка». Данные последней центровки будут стерты.

Ожидаемый результат: при продолжении центровки восстанавливаются ранее сохранённые размеры, настройки «мягкой лапы» и промежуточные результаты.

10. РАБОТА С УВЕДОМЛЕНИЯМИ

10.1. Строка состояния

Строка состояния расположена на главном экране и информирует пользователя о текущем статусе процессов: поиск измерительных блоков, подключение, потеря связи, готовность к измерению.

Обработка: при отображении сообщения о невозможности выполнения операции следует устранить причину, указанную в разделе 11, и повторить операцию.

10.2. Уведомления о состоянии измерительных блоков

Программа отображает уровень заряда батареи измерительных блоков. Когда измерительные блоки не подключены, индикация неактивна (серого цвета).

Обработка: при низком уровне заряда следует завершить текущий этап работы, выключить блоки и поставить их на зарядку.

10.3. Уведомления при анализе данных

При переходе между плоскостями в режиме живой центровки Программа выводит окно с результатами анализа данных (п. 7.4).

Обработка: при обнаружении потенциальных проблем рекомендуется отменить переход, вернуться к корректировке значений и устранить причину. Переход с игнорированием обнаруженных проблем допускается, но может привести к снижению достоверности результата.

10.4. Уведомления о качестве измерений

На экране измерения отображается показатель качества измерения, а в режиме инженерного отображения данных — цветовая индикация значений на основе среднеквадратического отклонения (п. 6.8).

Обработка: при наличии значений, отмеченных красным цветом, рекомендуется повторить измерение в соответствующих точках либо увеличить количество точек измерения.

11. ТИПОВЫЕ ОШИБКИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица 19. Типовые ошибки и способы их устранения

Признак	Возможная причина	Способ устранения
Измерительные блоки не отображаются на экране поиска	Блоки выключены; разряжены аккумуляторы; блоки находятся вне зоны действия Bluetooth; на устройстве пользователя выключен адаптер Bluetooth	Включить блоки; проверить индикацию включения; при отсутствии индикации поставить блоки на зарядку; сократить расстояние до устройства пользователя; включить Bluetooth на устройстве пользователя
Индикатор включения не светится после нажатия кнопки	Недостаточный заряд аккумулятора	Поставить измерительные блоки на зарядку
Соединение с блоками потеряно, автоматическое переподключение не выполняется	Разряд устройств; выход блоков из зоны действия Bluetooth	Нажать кнопку отключения от измерительных блоков, перейти на экран поиска и выполнить повторное подключение
Выбраны ошибочные измерительные блоки	Неверный выбор устройств в колонках поиска	Нажать кнопку отключения от измерительных блоков и повторить выбор на экране поиска
Кнопки «Мягкая лапа» и «Измерение» недоступны	Не введены размеры оборудования	Ввести все размеры оборудования на экране параметров оборудования
Переход на экран измерений недоступен при активной функции блокировки опор	Заблокировано менее двух опор	Заблокировать две опоры на экране ввода размеров
Переход на экран измерений недоступен при выбранном типе муфты «Промвал»	Не введена длина промежуточного вала или иные размеры	Ввести все размеры оборудования, включая длину промежуточного вала
Измерение в функции «Мягкая лапа» не выполняется	Измерительные блоки находятся не в вертикальном положении	Установить блоки в вертикальное положение
Кнопка «Начать» недоступна в часовом методе	Измерительные блоки не находятся в положении «9 часов»	Установить блоки в положение «9 часов»
Результат измерения не рассчитан	Не достигнуто минимальное количество точек или минимальный угловой охват для выбранного метода	Продолжить измерение в дополнительных точках в соответствии с требованиями выбранного метода (раздел 6)
Низкий показатель качества измерения;	Повышенное биение валов; люфт между	Проверить биение и люфт (п. 3.2); проверить надёжность крепления

Признак	Возможная причина	Способ устранения
значения в таблице отмечены красным цветом	полумуфтами; недостаточная жёсткость крепления блоков; изменение направления вращения вала	блоков (п. 3.6); повторить измерение, вращая вал строго в одном направлении
Результаты не соответствуют ожидаемым; низкая повторяемость	Не выполнена грубая центровка; не устранена «мягкая лапа»; центровка выполняется в переходном температурном режиме	Выполнить грубую центровку (п. 3.3); выполнить проверку «мягкой лапы» (п. 5.9); выполнить работы при установившейся температуре агрегата
Результат в таблице повторяемости не соответствует введённым размерам	Размеры изменены после выполнения измерения	Выполнить пересчёт результатов с помощью кнопок пересчёта в таблице повторяемости (п. 6.9)
В отчёте отсутствует страница контрольных измерений	Контрольное измерение не выполнено	Выполнить контрольное измерение (п. 7.6) и сформировать отчёт повторно
Отчёт не сохраняется в выбранное расположение	Отсутствуют права доступа к выбранному каталогу	Выбрать другое доступное место сохранения файла
Отдельные функции недоступны	Функции не предусмотрены установленной лицензией	Ознакомиться с перечнем доступных функций на экране лицензии и при необходимости обновить лицензию (п. 4.7)

Если неисправность не устранена перечисленными способами, следует обратиться в службу технической поддержки (раздел 13).

12. БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ

12.1. Правила обращения с источниками лазерного излучения

В системе в качестве источника лазерного излучения используются лазерные диоды с выходной мощностью менее 1,0 мВт, что соответствует нормам класса 2 по SS EN 60825-1-1994. Данный класс считается безопасным для применения в приборах при условии соблюдения следующих мер предосторожности:

- запрещается смотреть в источники лазерного излучения и в отражения лазерного излучения от любых поверхностей, когда источники находятся в рабочем состоянии;
- запрещается наводить лазерный луч и его отражения от любых поверхностей в глаза другим людям;
- запрещается наводить лазерный луч куда-либо, кроме детекторов измерительных блоков М и S;
- все работы, требующие разборки или ремонта источников лазерного излучения, должны проводиться только специалистами компании-изготовителя.

Изготовитель не несет ответственности за уничтожение и повреждение имущества, а также травмы персонала в результате использования лазерного луча не по назначению или неподготовленным персоналом.

12.2. Требования к допуску персонала

К работе с системой допускается технический персонал и исполнители работ, прошедшие подготовку по программе дополнительного профессионального образования VL-01 «Специалист по центровке и монтажу оборудования».

Эксплуатационные действия, не описанные в настоящем документе, не относятся к компетенции изготовителя. Изготовитель не несет ответственности за использование системы не по назначению.

12.3. Требования к безопасности при выполнении работ

- Перед началом работ убедиться в выполнении требований по безопасному проведению работ, действующих на объекте.
- Не приступать к работе, если существует угроза безопасности.
- Механическое перемещение машины при корректировке выполнять только при остановленном оборудовании и с соблюдением требований промышленной безопасности.
- Работы во взрывоопасных зонах допускается выполнять только оборудованием в исполнении Ex с соответствующей маркировкой взрывозащиты.

12.4. Защита данных и управление доступом

Программа не ведет учётных записей пользователей и не хранит персональные учётные данные (логины, пароли). Требования к паролям в Программе не устанавливаются.

Рабочие данные (настройки, размеры, измерения, результаты и сформированные отчёты) хранятся в локальном хранилище устройства пользователя. Разграничение доступа к этим данным обеспечивается средствами операционной системы устройства: учётной записью пользователя устройства, механизмами изоляции приложений и правами доступа файловой системы.

Для защиты рабочих данных рекомендуется:

- использовать на устройстве пользователя учётную запись с парольной защитой или иным средством блокировки экрана;
- не передавать устройство с сохранёнными рабочими сессиями посторонним лицам;
- своевременно сохранять сформированные отчёты в защищенное хранилище организации;
- выполнять отключение от измерительных блоков и завершение работы Программы по окончании работ.

Состав доступных функций определяется установленной лицензией.
Передача лицензионных данных третьим лицам не допускается.

13. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

13.1. Порядок обращения

При возникновении вопросов по эксплуатации Программы, а также при выявлении ошибок, не устранимых способами, приведёнными в разделе 11, пользователю следует обратиться в службу технической поддержки.

Обращение должно содержать следующие сведения:

- наименование и версию Программы;
- тип и версию операционной системы устройства пользователя;
- идентификаторы используемых измерительных блоков М и S;
- описание выполняемой операции и наименование экрана, на котором возникла проблема;
- текст сообщения, выведенного Программой (при наличии);
- последовательность действий, приводящую к возникновению проблемы;
- при возможности — снимок экрана и сформированный отчёт по рабочей сессии.

13.2. Контактные данные

Таблица 20. Контактные данные службы поддержки

Вид обращения	Контакт
Вопросы по использованию системы лазерной центровки	edu@vibro-laser.com
Вопросы по эксплуатации Программы, техническая поддержка	Раздел «Помощь» на сайте vibro-laser.ru

Правообладатель Программы: Общество с ограниченной ответственностью «КСК-СИСТЕМС», ОГРН 1117847079261, ИНН 7841441038, адрес: 199226, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ Гавань, ул. Нахимова, д. 20, литера А, кв. 359.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. КОНТРОЛЬНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПЕРЕД НАЧАЛОМ ЦЕНТРОВКИ

Таблица 21. Контрольный перечень операций перед началом центровки

№	Операция	Пункт документа	Отметка о выполнении
1	Проверено наличие у персонала действующего удостоверения VL-01	3.2	
2	Проверена возможность вращения валов	3.2	
3	Проверено радиальное биение валов (рекомендуется не более 0,02 мм)	3.2	
4	Проверен люфт между полумуфтами (не более 1,5°)	3.2	
5	Проверено состояние фундамента, опорных лап, рамы, крепежа и регулировочных пластин	3.2	
6	Проверена возможность перемещения машины	3.2	
7	Проверено наличие пространства для монтажа измерительной системы	3.2	
8	Проверено качество сборки крепежа измерительной системы	3.2	
9	Уточнены требования к динамическим и температурным смещениям	3.2	
10	Определена фактическая температура агрегата, исключен переходный температурный режим	3.2	
11	Выполнена грубая центровка агрегата	3.3	
12	Измерительные блоки заряжены и работоспособны	3.5	
13	Измерительные блоки смонтированы, лазерный луч попадает в приёмное окно	3.6	
14	Выполнены требования по безопасному проведению работ	3.2, 12.3	
15	Введены размеры оборудования	5.3	
16	Выбран допуск центровки	5.5	
17	Выполнена проверка «мягкой лапы»	5.9	

