

ООО ФН системы

3D система нивелирования КУБ

Инструкция по созданию
профиля машины
и выполнению калибровок
ИИМ на экскаваторе



DOC.AEX.19009990.ZZZ00.01.R2

© 2025 ООО ФН Системы
Все права защищены

Все материалы, содержащиеся в данном документе, являются собственностью ООО "ФН Системы". Все права защищены. Никакая часть этого документа не может быть воспроизведена, распространена, передана в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотокопирование, запись или сохранение в информационных системах, без предварительного письменного разрешения ООО "ФН Системы".

Этот документ предоставляется "как есть" без каких-либо гарантий, явно выраженных или подразумеваемых. ООО "ФН Системы" не несёт ответственности за какие-либо убытки или повреждения, возникшие в результате использования информации, содержащейся в этом документе.

Содержание

Рекомендации по проведению измерений	1
Рекомендации по измерению координат бортовой ГНСС антенны	2
Рекомендации по проведению измерений координат ИИМ	3
Правила установки ИИМ на экскаваторе	4
Создание профиля экскаватора	5
Действия с готовым профилем	24
Изменение режима пользователя	28
Калибровка ИИМ экскаватора	30
Схема подключение элементов	36

Рекомендации по проведению измерений

При выполнении работ по созданию профиля экскаватора необходимо провести:

- измерения размеров элементов экскаватора (корпуса, стрелы, рукояти и ковша),
- измерения координат инерциальных измерительных модулей, установленных на элементах экскаватора,
- измерения координат основной и дополнительной ГНСС антенн.

Погрешность проведённых измерений напрямую определяет точность работы системы КУБ. Погрешность линейных измерений зависит от значения углов перекоса и углов подъёма площадки, на которой установлен экскаватор. Для минимизации ошибок измерений, мы рекомендуем использовать площадки со значениями угла подъёма (или спуска) и угла перекоса НЕ более 4 промилле (0,25 градуса). При таких значениях углов погрешность вычисления линейных измерений НЕ будет превышает 6 мм. Для измерения углов наклона площадки относительно горизонтальной плоскости используйте строительное правило и электронный строительный уровень.

Все последующие линейные измерения по осям X, Y и Z должны выполняться строго параллельно соответствующим осям.

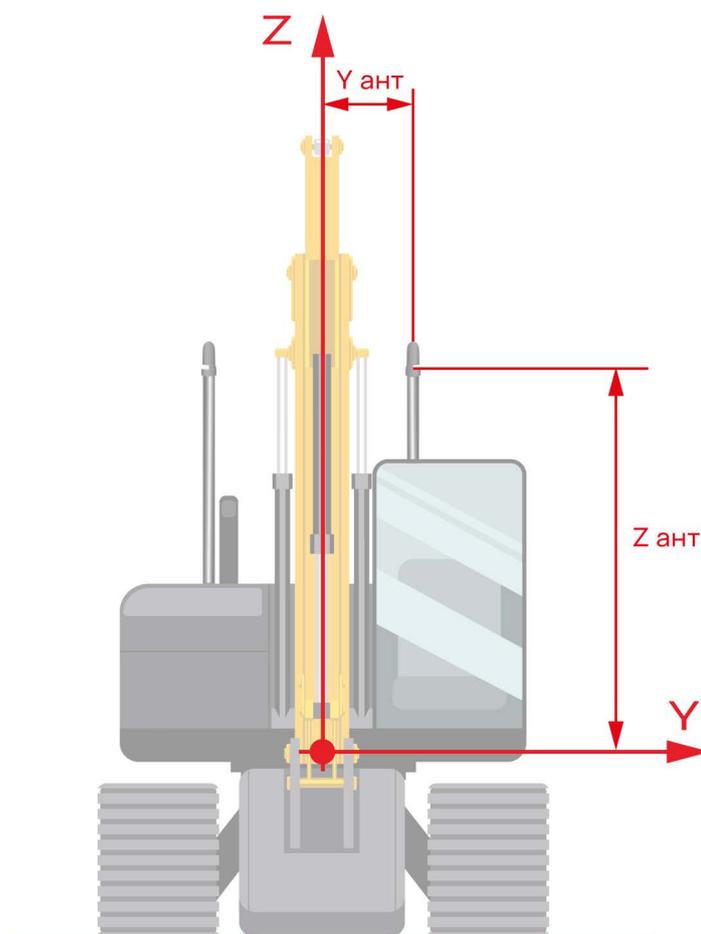


Рисунок 1. Правило проведения линейных измерений

Рекомендации по измерению координат бортовой ГНСС антенны

1. Измерение превышения фазового центра бортовой ГНСС антенны (по оси Z) проводить от места зацепа рулетки на хомуте антенны.
ПО КУБ добавляет к измеренному значению смещение от места зацепа до фазового центра антенны.

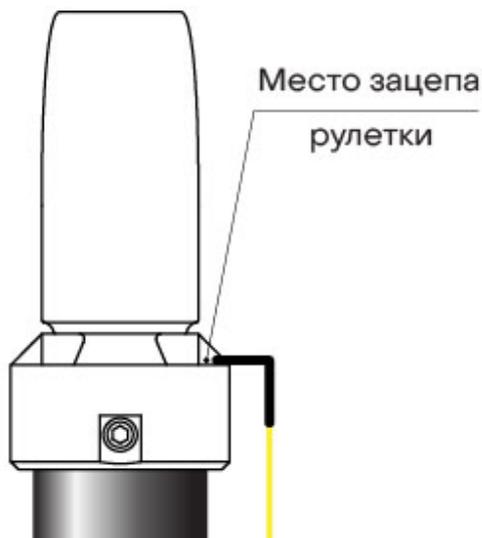


Рисунок 2. Измерение превышения фазового центра

2. Измерение смещений фазового центра бортовой антенны экскаватора в горизонтальной плоскости (по осям X и Y) можно проводить двумя способами:
 - а) от ближайшей точки на хомуте антенны,
 - б) от центра антенны.

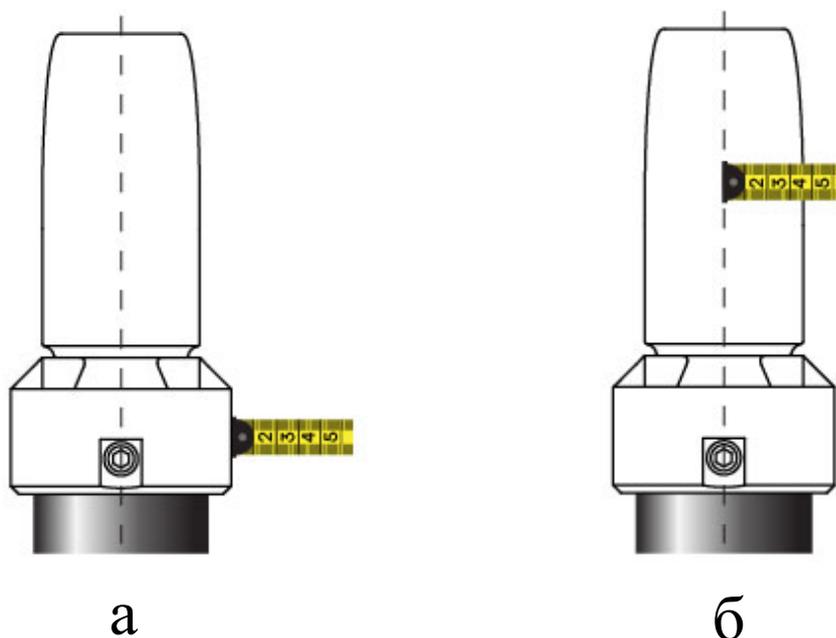


Рисунок 3. Измерение смещения фазового центра в горизонтальной плоскости

3. Измеренные значения по осям X, Y и Z вводятся в соответствующие поля программы с учетом арифметического знака «+» или «-» в зависимости от расположения антенны на корпусе экскаватора.

Рекомендации по проведению измерений координат ИИМ

1. Измерение координат инерциального измерительного модуля (ИИМ) проводить от начала отсчета ИИМ. Начало отсчета находится на пересечении осей X и Y. Ось X ИИМ параллельна строительной оси модуля, ось Y перпендикулярна этой оси.



Рисунок 4. Начало отсчета инерциального измерительного модуля

Если инерциальный измерительный модуль устанавливается в кожух, измерение координат начала отсчета ИИМ проводить от середины крестообразного выреза на кожухе.



Рисунок 5. Начало отсчета ИИМ, установленного в кожух

2. Измеренные значения по осям X, Y и Z вводятся в соответствующие поля программы с учетом арифметического знака «+» или «-» в зависимости от расположения ИИМ на элементах экскаватора.

Правила установки ИИМ на экскаваторе

Комплект системы КУБ для экскаватора содержит четыре инерциальных измерительных модуля (ИИМ). Каждый модуль комплекта имеет оригинальный адрес устройства в CAN шине. В соответствии с присвоенным адресом, модуль должен быть установлен на конкретный элемент экскаватора. Присвоенный адрес модуля связан с серийным номером модуля, который указан на фронтальной наклейке модуля.

Используйте следующее правило для установки ИИМ на экскаваторе:

3. Модуль с *наименьшим серийным номером* (из набора четырех модулей) должен быть установлен на **ковше**. Наклейка на тыльной стороне модуля показывает место установки модуля («НА КОВШ»).
4. Модуль *со следующим по возрастанию серийным номером* (из набора четырех модулей) должен быть установлен на **рукояти**. Наклейка на тыльной стороне модуля показывает место установки модуля («НА РУКОЯТЬ»).
5. Модуль *со следующим по возрастанию серийным номером* (из набора четырех модулей) должен быть установлен на **стреле**. Наклейка на тыльной стороне модуля показывает место установки модуля («НА СТРЕЛУ»).
6. Модуль с *максимальным серийным номером* (из набора четырех модулей) должен быть установлен на **корпусе**. Наклейка на тыльной стороне модуля показывает место установки модуля («НА КАБИНУ»).



Если инерциальные измерительные модули установлены в другом порядке на экскаваторе, система КУБ будет работать некорректно.

Создание профиля экскаватора

По умолчанию, в программном обеспечении КУБ установлен *Стандартный режим пользователя*. В этом режиме открыт доступ к созданию профиля машины.

Для создания профиля выполните следующие действия:

1. Включите панель управления системы.
2. В главном окне ПО КУБ нажмите любую из двух кнопок ( или ) для открытия **Меню** программы.
3. В **Меню** программы выберите **Машина > Настройка машины**.

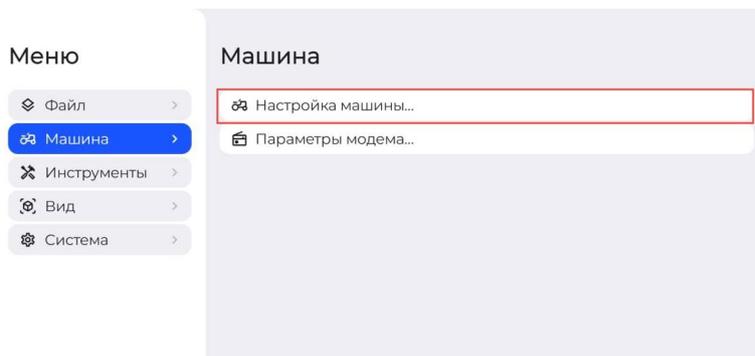


Рисунок 6. Выберите Машина > Настройка машины

4. Для создания нового профиля машины в диалоге **Машины** нажмите кнопку  и в выпадающем списке выберите *Новая машина*:



Рисунок 7. Выберите Новая машина

5. В диалоге **Тип системы**:
 - введите имя профиля машины в поле *Имя конфигурации*,
 - выберите **Экскаватор** в строке *Тип машины*.

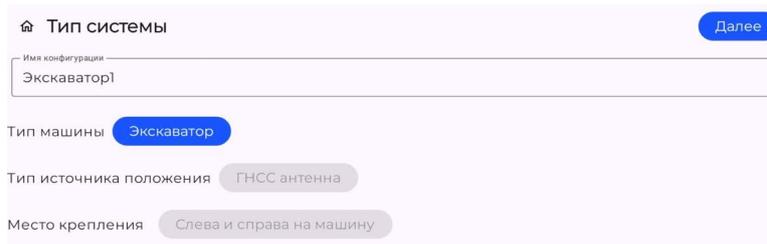


Рисунок 8. Пример профиля для экскаватора

- нажмите кнопку  для продолжения.
6. Диалог **Установка Машины** состоит из двух закладок.
 - Закладка **Установка Машины** содержит инструкцию об установке экскаватора на ровную площадку и измерении углов подъема и перекаса площадки.
 - Закладка **СК машины** содержит описание системы координат корпуса экскаватора. Начало системы координат корпуса экскаватора совпадает с центром пальца крепления стрелы к поворотной платформе экскаватора:

- ось X параллельна строительной оси корпуса и направлена по ходу движения,
- ось Y перпендикулярна оси X и направлена влево по отношению к направлению движения экскаватора,
- ось Z перпендикулярна оси X и направлена вверх.

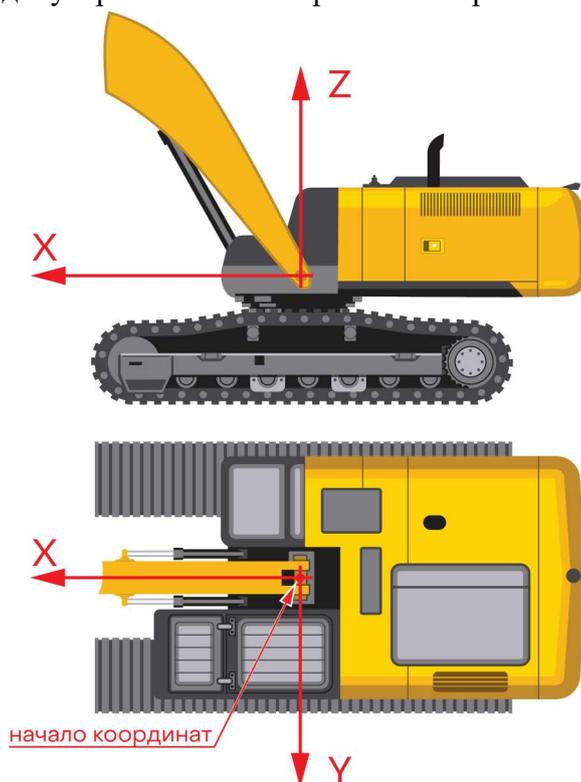


Рисунок 9. Система координат корпуса экскаватора

В этой системе координат измеряются следующие параметры:

- координаты фазового центра основной и дополнительной ГНСС антенны (см. [стр. 6](#)),
- координаты центра вращения поворотной платформы экскаватора (см. [стр. 8](#)),
- координаты начала отсчета инерциального измерительного модуля (ИИМ), установленного на корпусе экскаватора (см. [стр. 9](#)).

На рис. 9 показаны знаки измерений в системе координат корпуса экскаватора по осям X и Y . Все измеренные значения вводятся в соответствующие поля программы с учетом арифметического знака «+» или «-».

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

- В диалоге **Экскаватор с ГНСС** произведите измерения координат фазового центра основной ГНСС антенны в системе координат корпуса экскаватора. Линейные измерения смещений фазового центра бортовой ГНСС антенны проводите с учетом рекомендаций, перечисленных на [стр. 2](#).

Для измерения координат фазового центра необходимо выполнить следующие действия:

- измерить расстояние по оси Z от начала координат до места зацепа рулетки ГНСС антенны. Введите измеренное значение в поле Z ант. Далее программа вычислит полную высоту фазового центра от начала координат с учетом извест-

ного смещения от места зацепа рулетки до фазового центра на частоте L1 (поле *Полная высота до ФЦ*).

Z ант

Z ант
3.000

Полная высота до ФЦ

3.052

До начала измерения координат в горизонтальной плоскости выберите один из двух способов измерения:

а) для измерения от центра антенны нажмите кнопку в поле до центра антенны

б) для измерения от края хомута нажмите кнопку в поле до края ант.

- измерить расстояние по оси X от начала координат до выбранной точки
- измерить расстояние по оси Y от начала координат до выбранной точки.

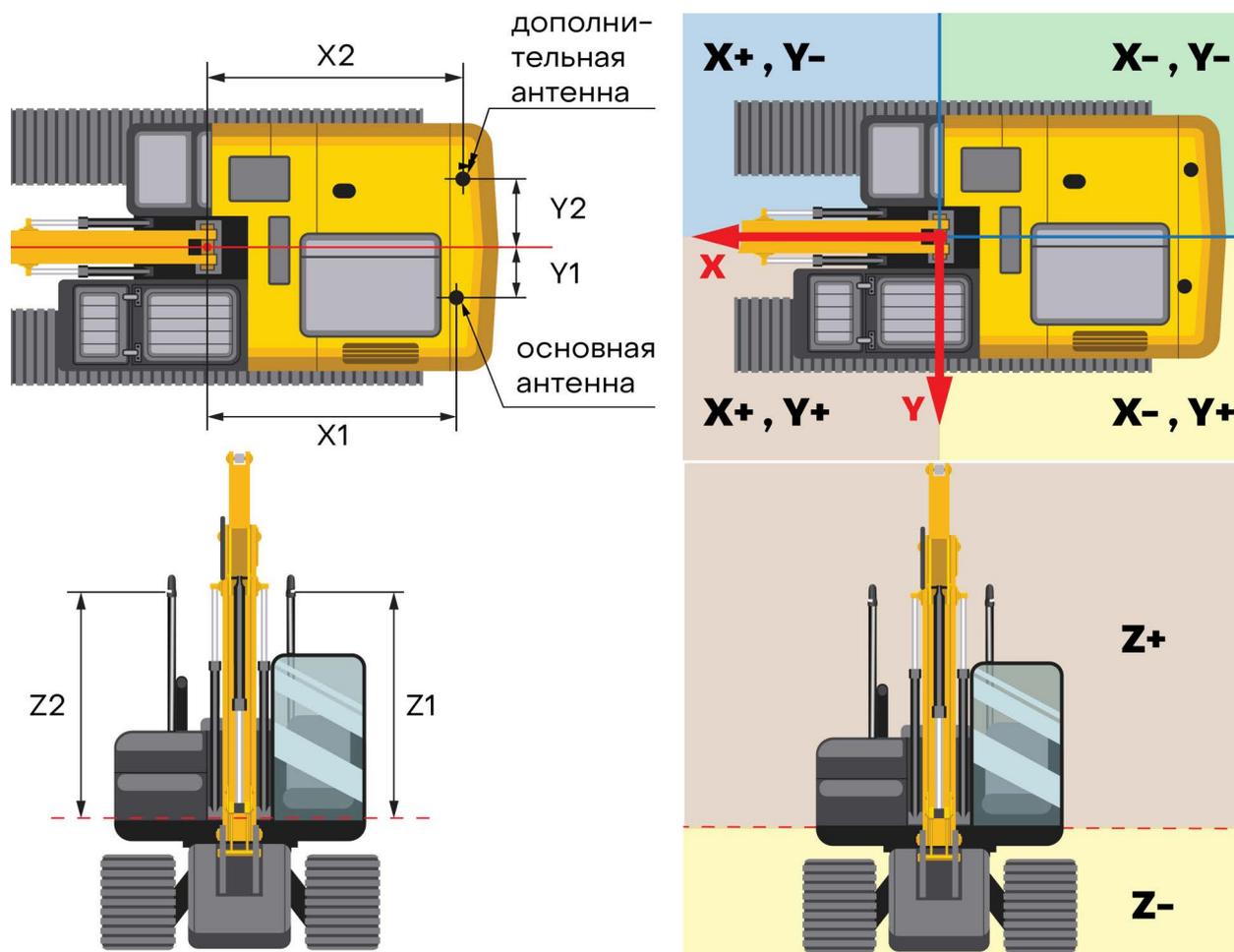


Рисунок 10. Измерение координат основной и дополнительной ГНСС антенн в СК корпуса экскаватора

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога с учетом арифметического знака «+» или «-» в зависимости от расположения антенны на корпусе экскаватора.

Нажмите кнопку для продолжения.

8. В диалоге **Экскаватор с ГНСС** для измерения координат фазового центра *дополнительной* ГНСС антенны в системе координат корпуса экскаватора произведите все действия, описанные для измерений основной антенны.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

9. В диалоге **Размеры экскаватора** произведите измерения следующих трех расстояний:
- расстояние вдоль продольной оси экскаватора между проекциями крайних точек левой гусеницы на землю («*длина_ходовой_части*»).
 - расстояние вдоль поперечной оси экскаватора между проекциями крайних точек левой и правой гусеницы на землю («*колея_гусеницы*»).
 - расстояние между крайней верхней точкой кабины экскаватора и нижней точкой гусеницы («*высота_кабины*»).

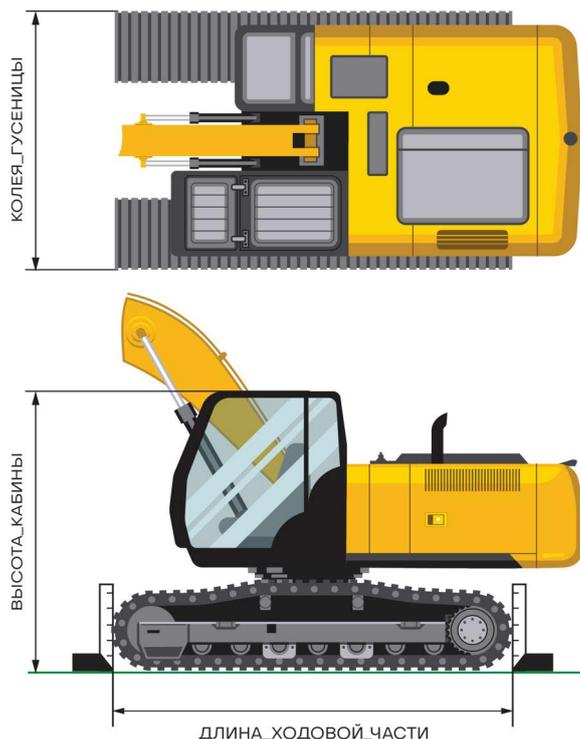


Рисунок 11. Измерение габаритных размеров экскаватора

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

10. В диалоге **Центр вращения** необходимо измерить координаты центра вращения (ЦВ) поворотной платформы экскаватора. Для этого:
- измерить расстояние по оси X от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до центра вращения поворотной платформы,
 - измерить расстояние по оси Z от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до поверхности площадки (это значение всегда вводится с отрицательным знаком),

- измерить расстояние по оси Y от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до центра вращения поворотной платформы.

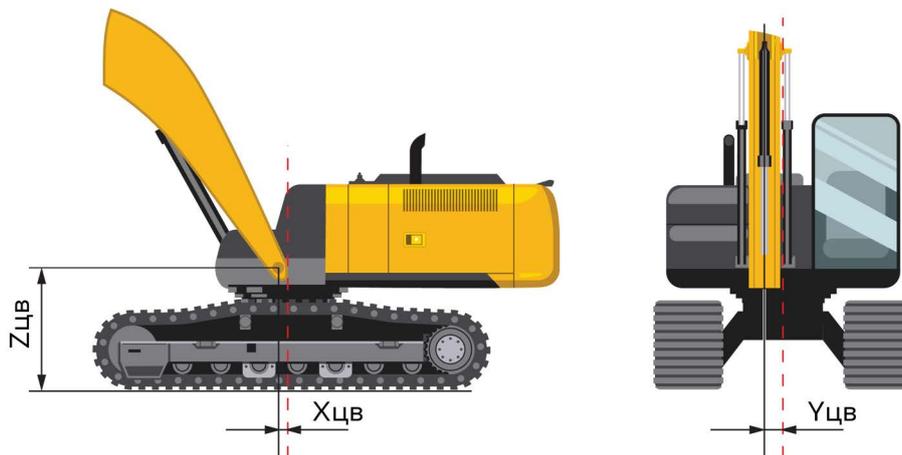


Рисунок 12. Измерение координат центра вращения экскаватора

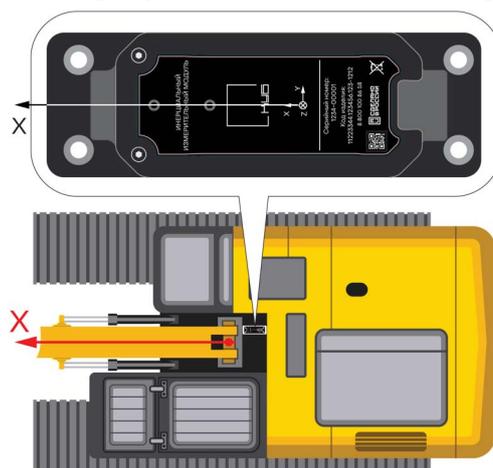
Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога с учетом арифметического знака «+» или «-».

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

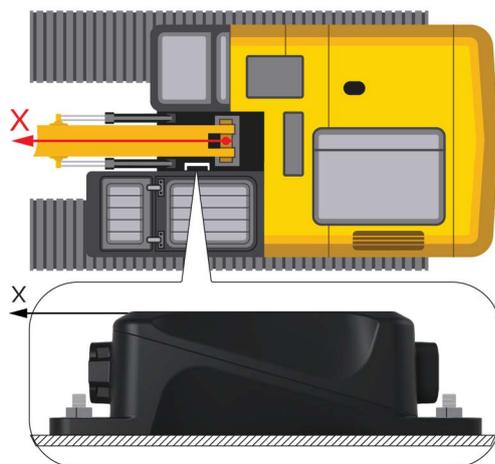
- В диалоге **Параметры ИИМ корпуса машины** произведите измерение координат инерциального измерительного модуля в системе координат корпуса экскаватора. Линейные измерения проводите с учетом рекомендации, указанной на [стр. 3](#). До начала измерений убедитесь, в правильности установки ИИМ корпуса:
 - ось X модуля параллельна оси X системы координат корпуса экскаватора,
 - обе оси направлены в одну сторону.

В поле *Ориентация ИИМ* можно выбрать один из трех вариантов установки модуля на корпусе экскаватора:

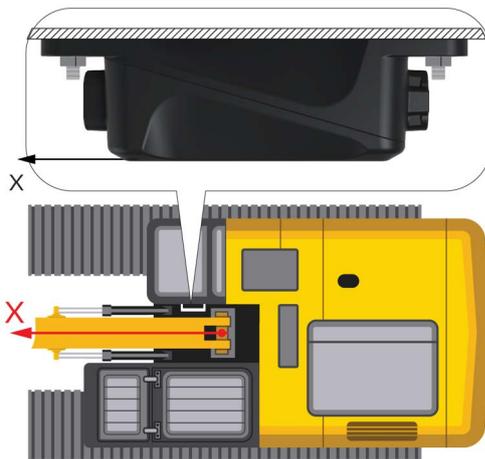
- Х вперед*: ИИМ установлен на горизонтальную поверхность корпуса экскаватора, ось X ИИМ направлена в сторону ковша, ось Y ИИМ направлена в право.



б) *На правом боку, X вперед, Y вниз:* Корпус ИИМ развернут на 90 градусов по часовой стрелке относительно горизонтального положения, правый бок модуля направлен вниз, ось X ИИМ направлена в сторону ковша, ось Y ИИМ направлена вниз.



в) *На левом боку, X вперед, Y вверх:* Корпус ИИМ развернут на 90 градусов против часовой стрелки относительно горизонтального положения, левый бок модуля направлен вниз, ось X ИИМ направлена в сторону ковша, ось Y ИИМ направлена вверх.



Для измерения координат ИИМ корпуса машины необходимо выполнить следующие действия:

- измерить расстояние по оси X от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до начала отсчета модуля,
- измерить расстояние по оси Y от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до начала отсчета модуля,

- измерить расстояние по оси Z от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до начала отсчета модуля.

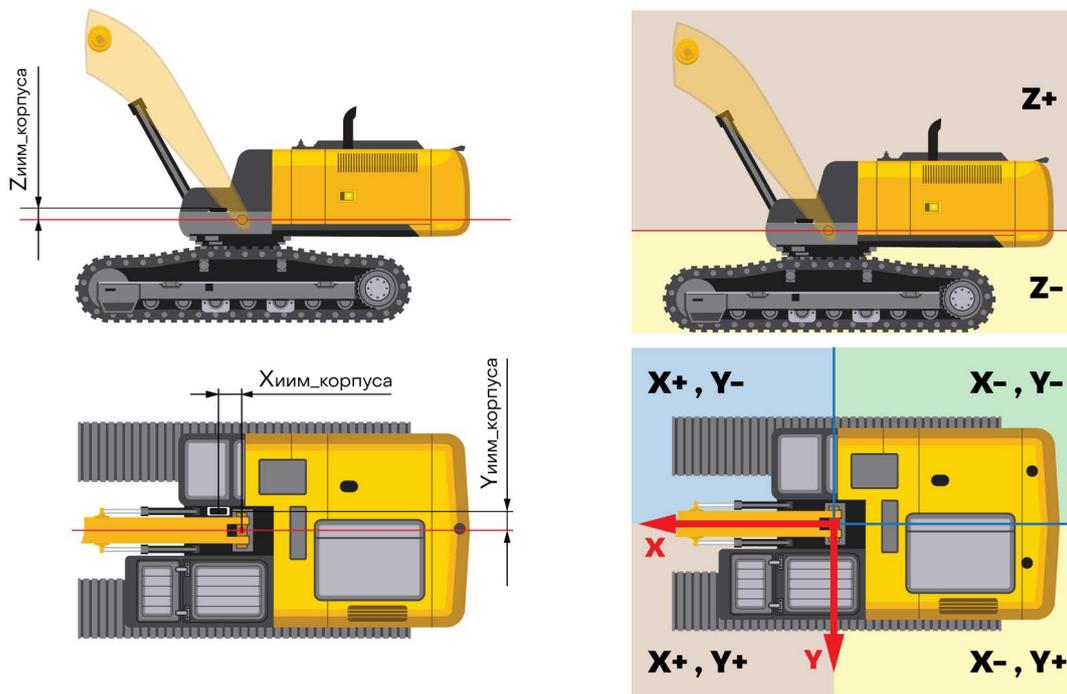


Рисунок 13. Измерение координат ИИМ корпуса машины

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога с учетом арифметического знака «+» или «-» в зависимости от расположения модуля относительно начала системы координат корпуса.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

- В диалоге **Стрела экскаватора** необходимо измерить расстояние между центром пальца крепления стрелы к поворотной платформе экскаватора и центром пальца крепления рукоятки к стреле.

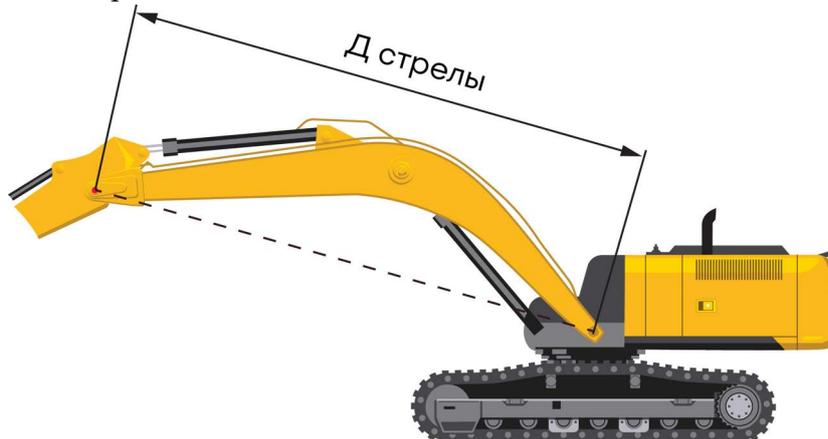


Рисунок 14. Измерение расстояния между центрами пальцев стрелы

Введите измеренное значение в соответствующее поле диалога.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

- Диалог **Параметры установки ИИМ стрелы** состоит из трех закладок. Закладка **СК стрелы** содержит описание системы координат стрелы.

Эта система координат вводится для удобства измерений координат начала отсчета инерциального измерительного модуля (ИИМ), установленного на стреле. Начало системы координат стрелы экскаватора совпадает с центром пальца крепления стрелы к поворотной платформе экскаватора:

- ось X проходит через центр пальца крепления стрелы к поворотной платформе и центр пальца крепления рукоятки к стреле и направлена по ходу движения,
- ось Y перпендикулярна оси X и направлена влево по отношению к направлению движения экскаватора,
- ось Z перпендикулярна оси X и направлена вверх.

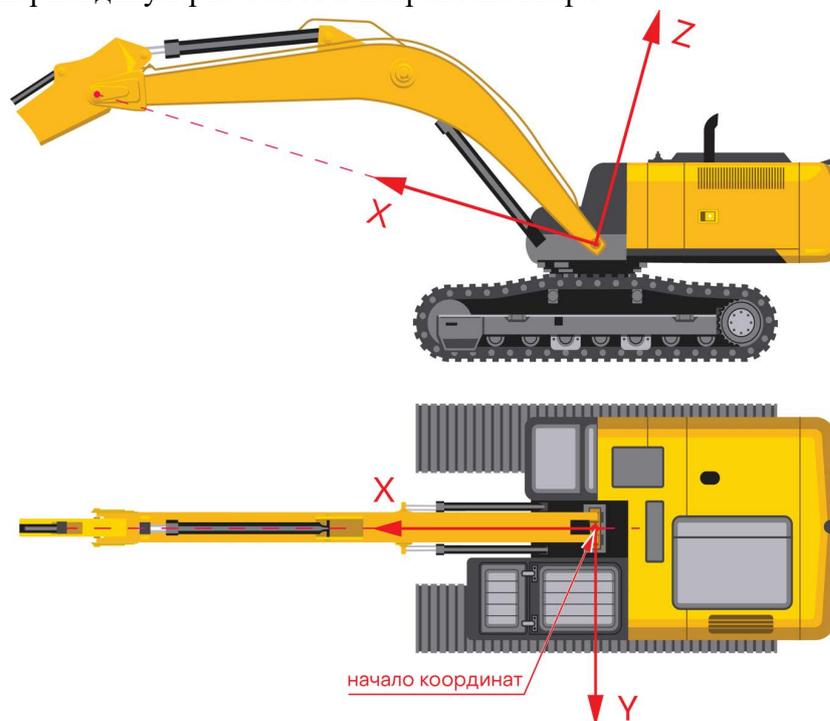


Рисунок 15. Система координат стрелы экскаватора

Закладка **Установка стрелы** содержит инструкцию об установке стрелы до начала измерения координат ИИМ стрелы:

убедитесь, что линия соединяющая центр пальца крепления стрелы к поворотной платформе и центр пальца крепления рукоятки к стреле лежит на прямой, параллельной горизонтальной плоскости. Для этой проверки рекомендуем использовать лазерный осепостроитель или электронный тахеометр.

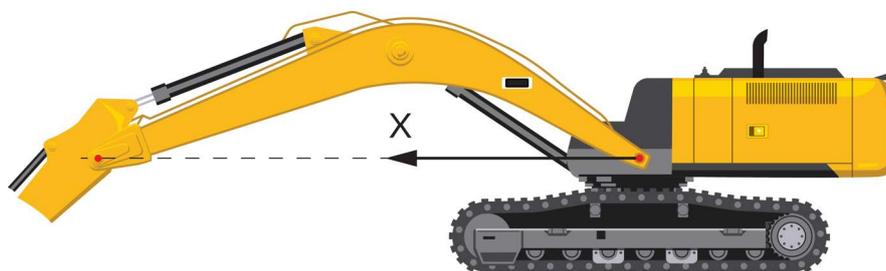


Рисунок 16. Положение стрелы до начала измерения координат ИИМ стрелы

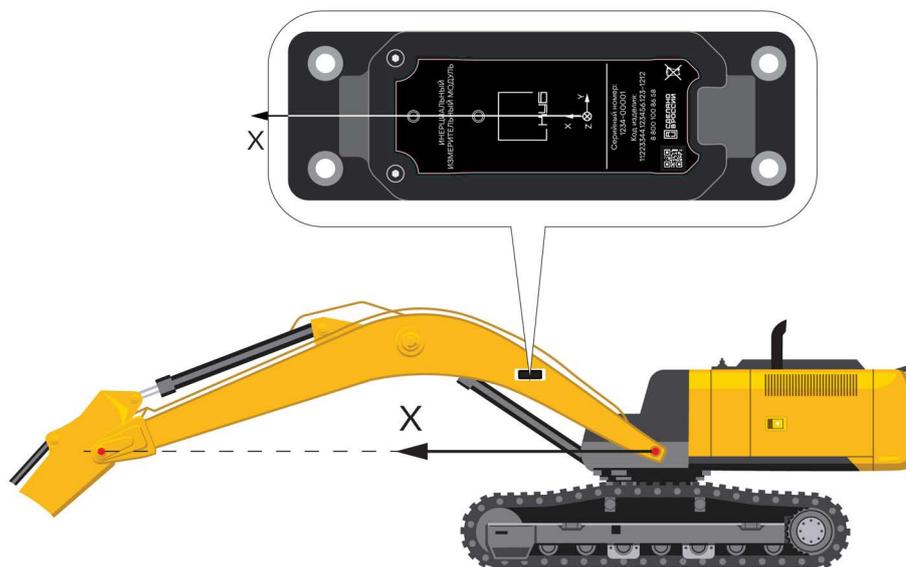
В закладке **Параметры установки ИИМ стрелы** произведите измерение координат инерциального измерительного модуля стрелы в системе координат стрелы. Линейные измерения проводите с учетом рекомендации, указанной на [стр. 3](#).

До начала измерений убедитесь, в правильности установки модуля:

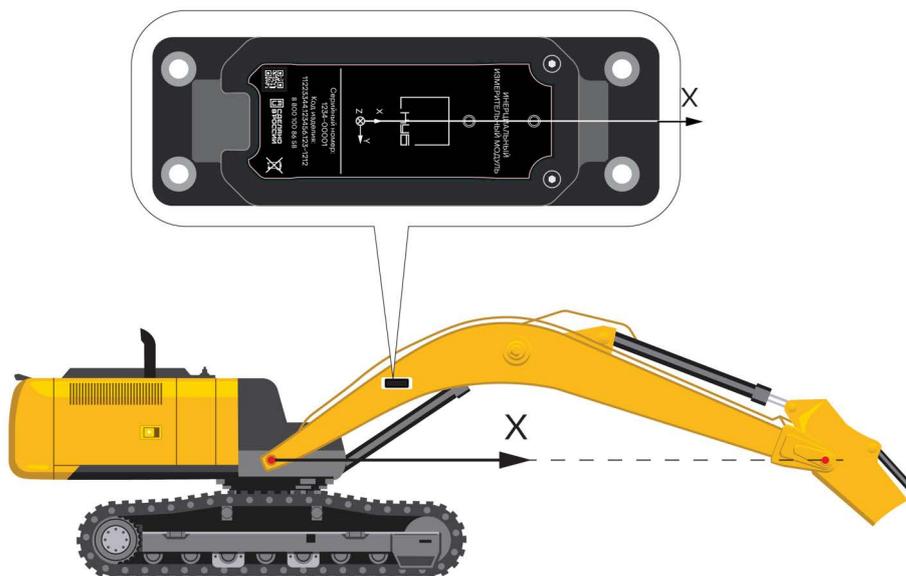
- ось X модуля параллельна оси X системы координат стрелы,
- обе оси направлены в одну сторону.

В поле *Ориентация ИИМ* можно выбрать один из двух варианта установки модуля на стреле:

- а) *На левом боку, X вперед, Y вверх*: ИИМ установлен на левой стороне стрелы экскаватора, ось X ИИМ направлена в сторону ковша, ось Y ИИМ направлена вверх:



- б) *На правом боку, X вперед, Y вниз*: ИИМ установлен на правой стороне стрелы экскаватора, ось X ИИМ направлена в сторону ковша, ось Y ИИМ направлена вниз:



Для измерения координат ИИМ стрелы необходимо выполнить следующие действия:

- измерить расстояние по оси X от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до начала отсчета ИИМ стрелы,
- измерить расстояние по оси Y от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до начала отсчета ИИМ стрелы,

- измерить расстояние по оси Z от оси пальца крепления стрелы к поворотной платформе до начала отсчета ИИМ стрелы.

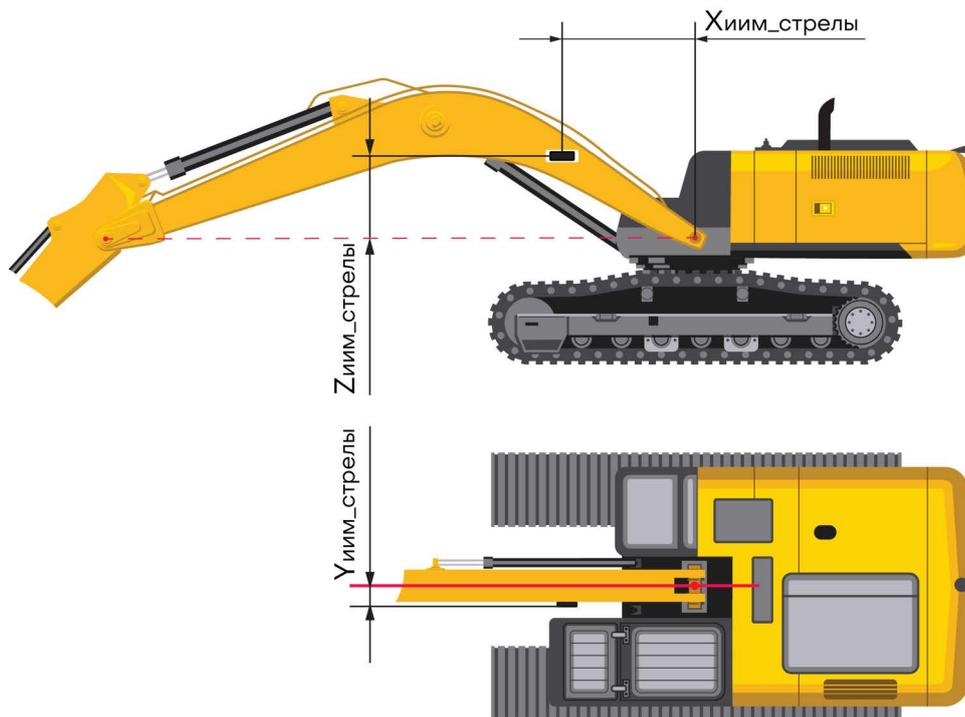


Рисунок 17. Измерение координат ИИМ стрелы

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога с учетом арифметического знака «+» или «-».

- если ИИМ установлен на левой стороне стрелы (по отношению к направлению движения экскаватора), то значение $Y_{иим_стрелы}$ имеет знак «+»,
- если ИИМ установлен на правой стороне стрелы (по отношению к направлению движения экскаватора), то значение $Y_{иим_стрелы}$ имеет знак «-».

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

14. В диалоге **Рукоять экскаватора** необходимо измерить расстояние между центром пальца крепления стрелы к рукояти и центром пальца крепления ковша к рукояти.

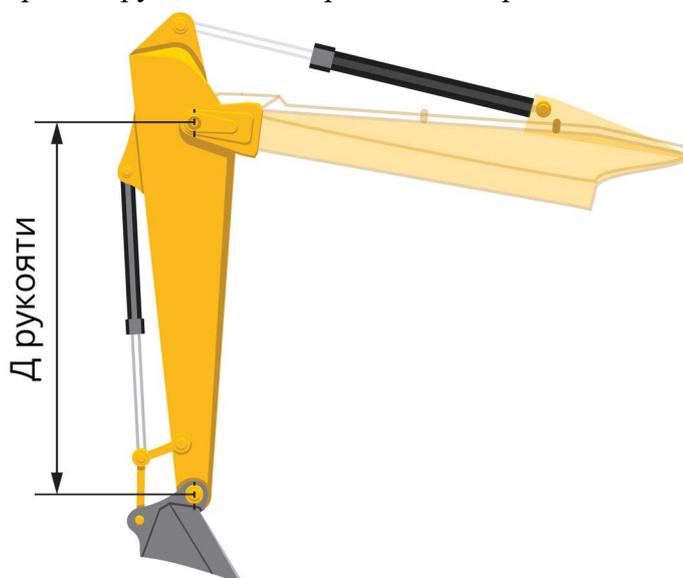


Рисунок 18. Измерение расстояния между центрами пальцев крепления стрелы и ковша к рукояти

Введите измеренное значение в соответствующее поле диалога.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

15. Диалог **Параметры установки ИИМ рукояти** состоит из трех закладок. Закладка **СК рукояти** содержит описание системы координат рукояти. Эта система координат вводится для удобства измерений координат начала отсчета инерциального измерительного модуля, установленного на рукояти. Начало системы координат рукояти экскаватора совпадает с центром пальца крепления рукояти к стреле:
- ось X проходит через центр пальца крепления рукояти к стреле и центр пальца крепления ковша к рукояти,
 - ось Y перпендикулярна оси X и направлена влево по отношению к направлению движения экскаватора,
 - ось Z перпендикулярна оси X и направлена по ходу движения экскаватора.

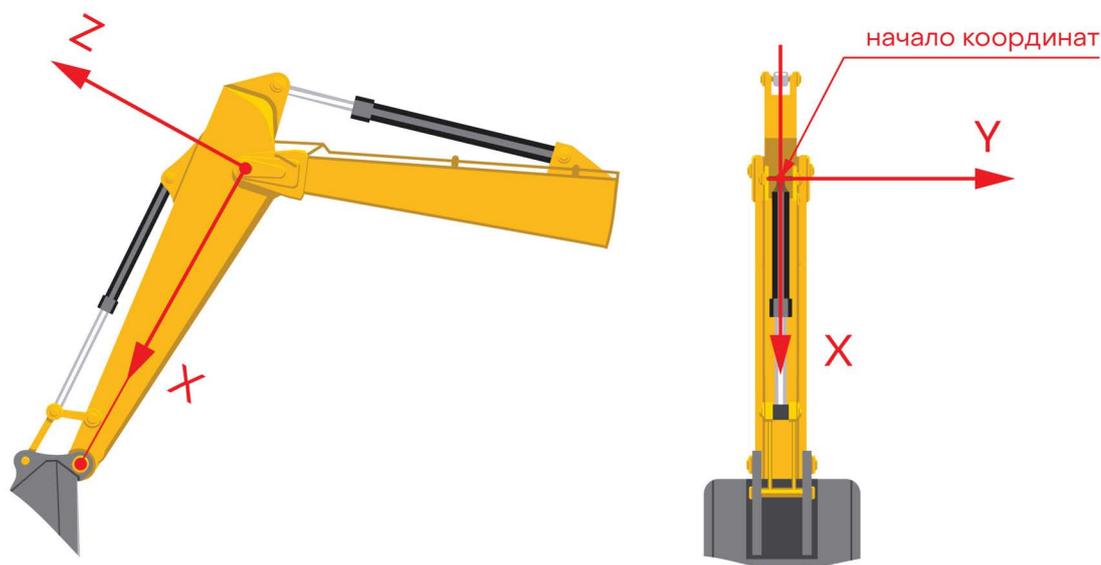


Рисунок 19. Система координат рукояти

Закладка **Установка стрелы** содержит инструкцию об установке рукояти до начала измерения координат ИИМ рукояти:

убедитесь, что линия соединяющая центр пальца крепления рукояти к стреле и центр

пальца крепления ковша к рукояти перпендикулярна *горизонтальной* плоскости. Для этой проверки рекомендуем использовать лазерный осепостроитель или нитяной отвес.

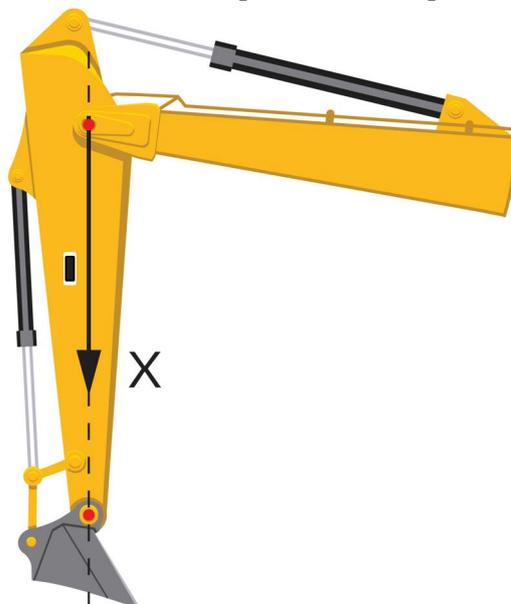


Рисунок 20. Положение рукояти до начала измерения координат ИИМ рукояти

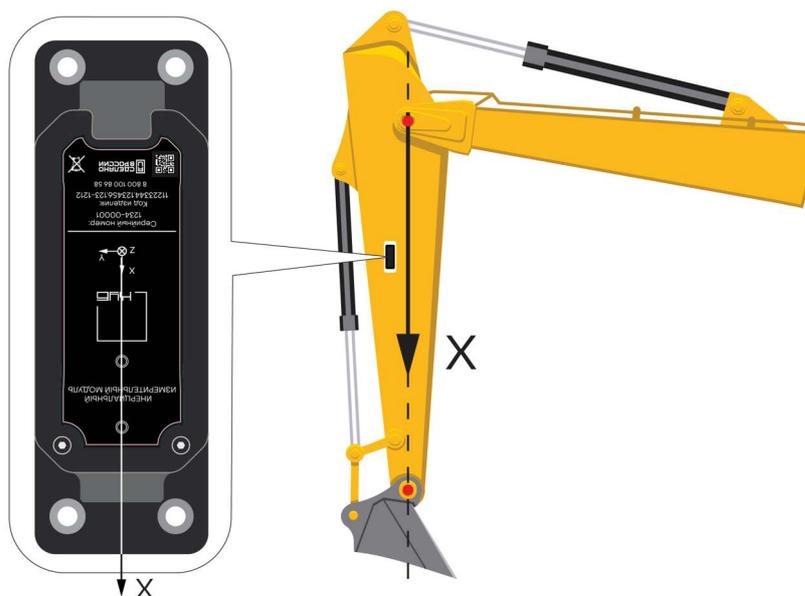
В закладке *Параметры установки ИИМ рукояти* произведите измерение координат инерциального измерительного модуля рукояти в системе координат рукояти. Линейные измерения проводите с учетом рекомендации, указанной на [стр. 3](#).

До начала измерений убедитесь, в правильности установки модуля:

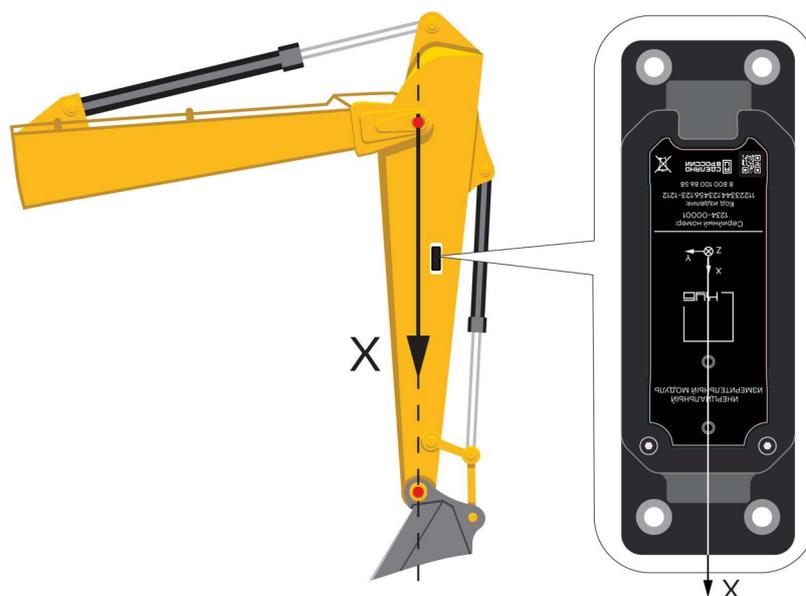
- ось X модуля параллельна оси X системы координат рукояти,
- обе оси направлены в одну сторону.

В поле *Ориентация ИИМ* можно выбрать один из двух варианта установки модуля на рукояти:

а) *На левом боку, X вперед, Y вверх*: ИИМ установлен на левой стороне рукояти экскаватора, ось X ИИМ направлена в сторону ковша, ось Y ИИМ направлена от кабины (при вертикальном положении рукояти).



б) На правом боку, X вперед, Y вниз: ИИМ установлен на правой стороне рукояти экскаватора, ось X ИИМ направлена в сторону ковша, ось Y ИИМ направлена к кабине (при вертикальном положении рукояти)



Для измерения координат ИИМ рукояти необходимо выполнить следующие действия:

- измерить расстояние по оси X от оси пальца крепления рукояти к стреле до начала отсчета ИИМ рукояти,
- измерить расстояние по оси Y от оси пальца крепления рукояти к стреле до начала отсчета ИИМ рукояти,
- измерить расстояние по оси Z от оси пальца крепления рукояти к стреле до начала отсчета ИИМ рукояти.

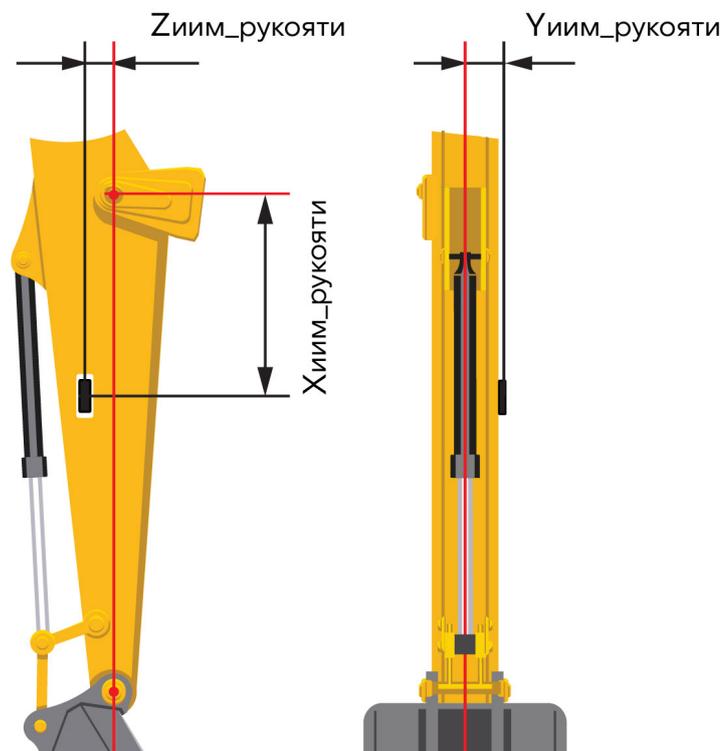


Рисунок 21. Измерение координат ИИМ рукояти

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога с учетом арифметического знака «+» или «-».

- если ИИМ установлен на левой стороне рукояти (по отношению к направлению движения экскаватора), то значение *Уим_рукояти* имеет знак «+»,
- если ИИМ установлен на правой стороне стрелы (по отношению к направлению движения экскаватора), то значение *Уим_рукояти* имеет знак «-».

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

16. В диалоге **Размеры ковша** выполните измерения линейных размеров ковша:

- измерить расстояние от центра пальца крепления ковша к рукояти до режущей кромки ковша (*высота* ковша),
- измерить расстояние между крайними нижними точками ковша (*ширина* ковша).

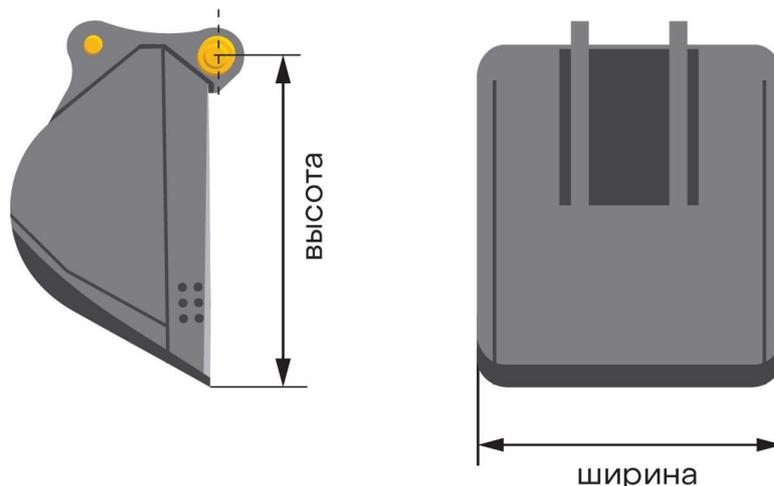


Рисунок 22. Размеры ковша экскаватора

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

17. В диалоге **Объем ковша** введите значение объема ковша экскаватора, указанное в справочных данных производителя экскаватора.

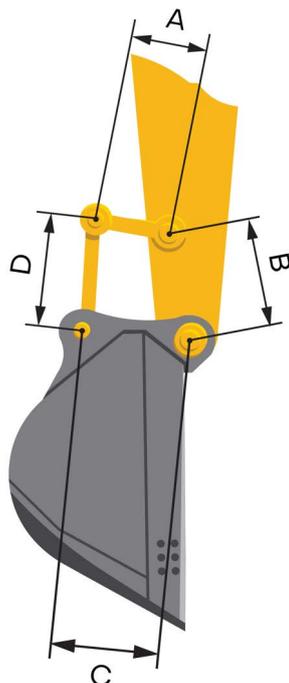
Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

18. В диалоге **Расположение ИИМ ковша** выберите место расположения ИИМ ковша. Данная версии программного обеспечения КУБ поддерживает только размещение модуля на трапеции ковша.

19. В диалоге **Трапеция ковша** проведите измерения следующих параметров трапеции ковша:

- измерить расстояние между центрами пальцев крепления рычага трапеции (А),
- измерить расстояние между центром пальца крепления рычага трапеции к рукояти и центром пальца крепления ковша к рукояти (В),
- измерить расстояние между центрами пальцев крепления ковша (С),

– измерить расстояние от центра пальца крепления ковша к рукояти до центра пальца крепления рычага трапеции (D).



Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога.

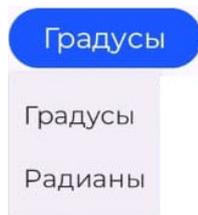
Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

20. В диалоге **Углы ковша** выберите один из двух способов измерения углов ковша:

а) для измерения углов с использованием цифрового угломера

выберите **Задать углами** . Также вы можете выбрать единицы измерения углов.

Нажмите кнопку **Градусы** и выберите единицы измерения из выпадающего



списка

б) для измерения углов с использованием рулетки выберите **Задать расстояниями**

Измерение угла «b» трапеции ковша

Угол «b» измеряется между:

- вертикальной линией, соединяющей центр пальца крепления стрелы к рукояти, центр пальца крепления ковша к рукояти и крайнюю точку ковша

и

- линией, соединяющей центр пальца крепления ковша и центр крепления рычага трапеции ковша.

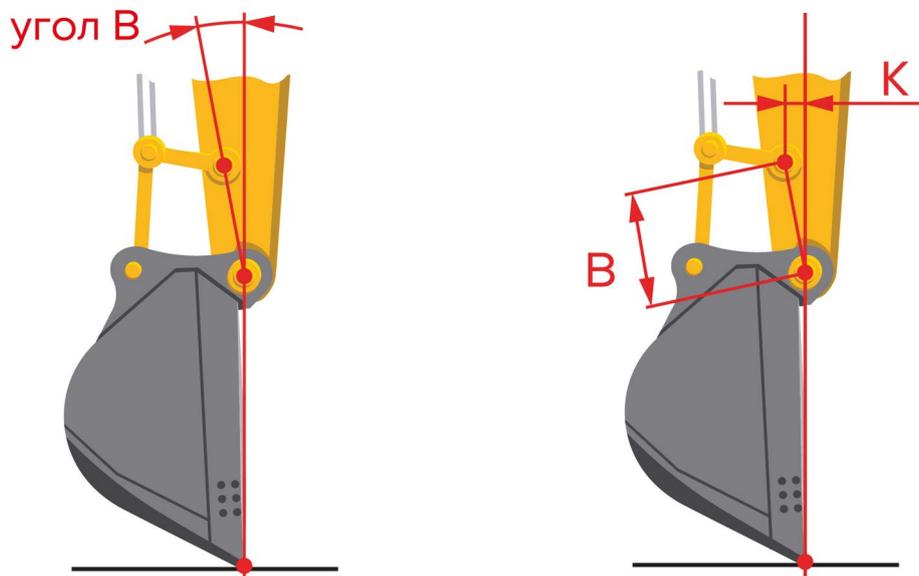


Рисунок 23. Угловые и линейные измерения угла «b» трапеции ковша

Измерение угла «с» трапеции ковша

Угол «с» измеряется между:

- вертикальной линией, соединяющей центр пальца крепления стрелы к рукояти, центр пальца крепления ковша к рукояти и крайнюю точку ковша

и

- линией, соединяющей центр пальца крепления ковша и центр крепления косточки трапеции ковша.

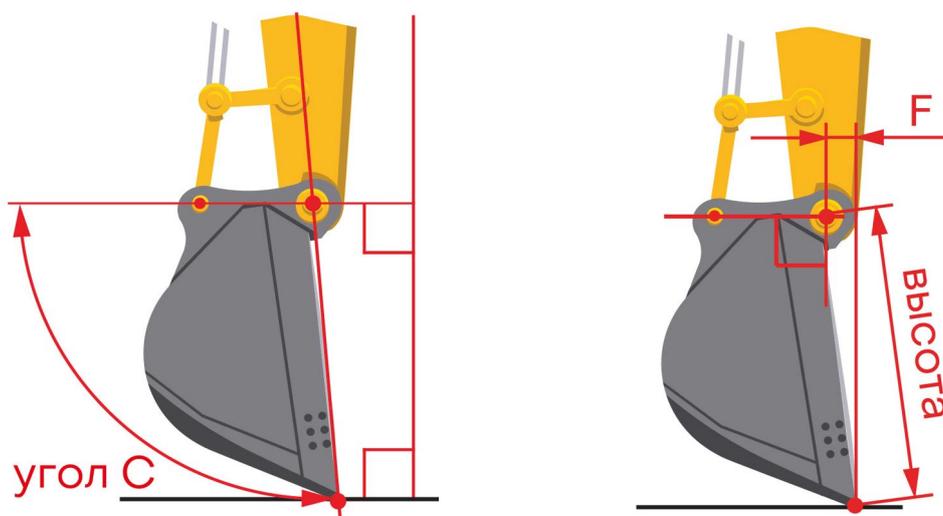


Рисунок 24. Угловые и линейные размеры угла «с» трапеции ковша

Измерение угла резания ковша

Угол резания ковша измеряется между:

- вертикальной линией, соединяющей центр пальца крепления стрелы к рукояти и центр пальца крепления ковша к рукояти

и

- касательной к нижней поверхности ковша.

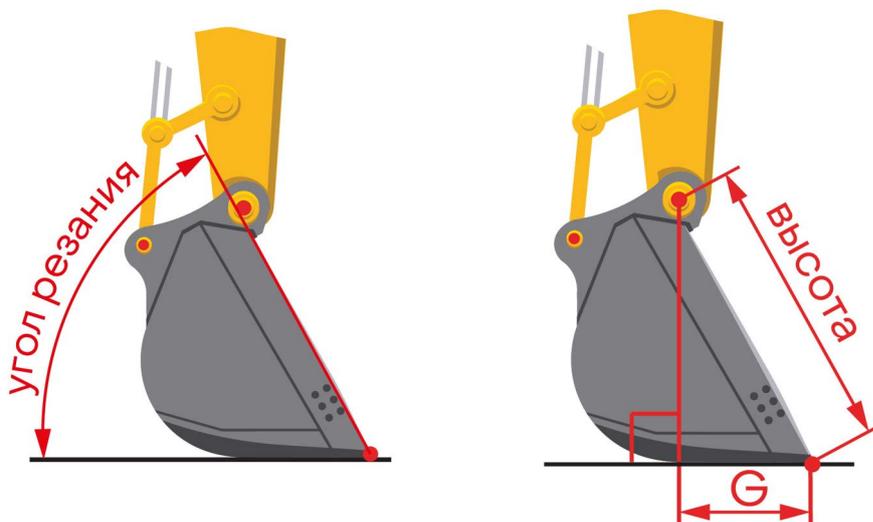


Рисунок 25. Угловые и линейные размеры угла резания ковша

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

21. Диалог **Параметры установки ИИМ ковша** состоит из двух закладок.

Закладка **СК ковша** содержит описание системы координат трапеции ковша.

Эта система координат вводится для удобства измерений координат начала отсчета инерциального измерительного модуля, установленного на трапеции ковша. Начало системы координат ковша экскаватора совпадает с центром пальца крепления рычага трапеции ковша:

- ось X проходит через центры пальцев крепления рычага трапеции;
- ось Y перпендикулярна оси X направлена вправо против движения экскаватора;
- ось Z перпендикулярна оси X и направлена вверх.

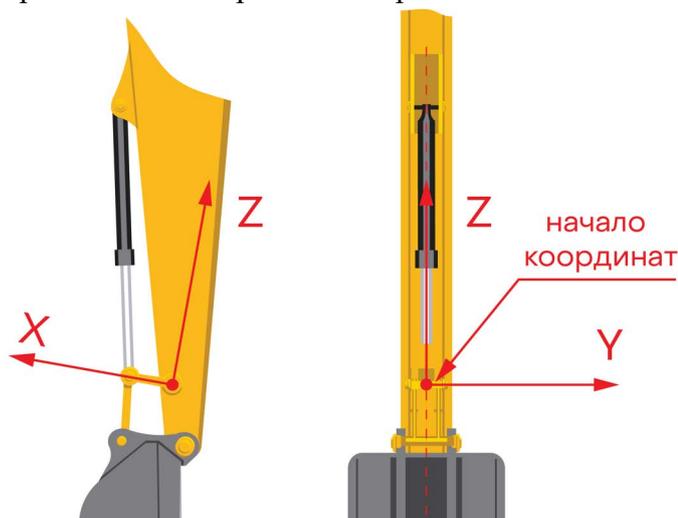


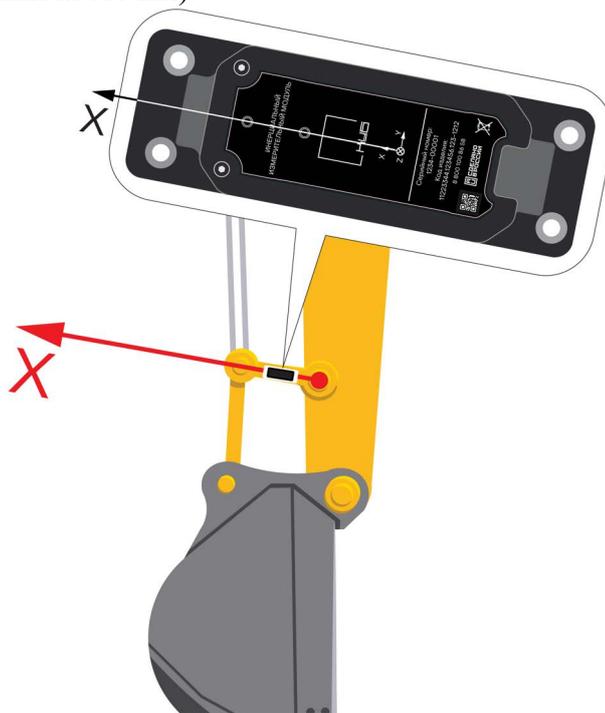
Рисунок 26. Система координат трапеции ковша

В закладке **Параметры установки ИИМ ковша** произведите измерение координат инерциального измерительного модуля ковша в системе координат трапеции ковша. Линейные измерения проводите с учетом рекомендации, указанной на [стр. 3](#). До начала измерений убедитесь, в правильности установки модуля:

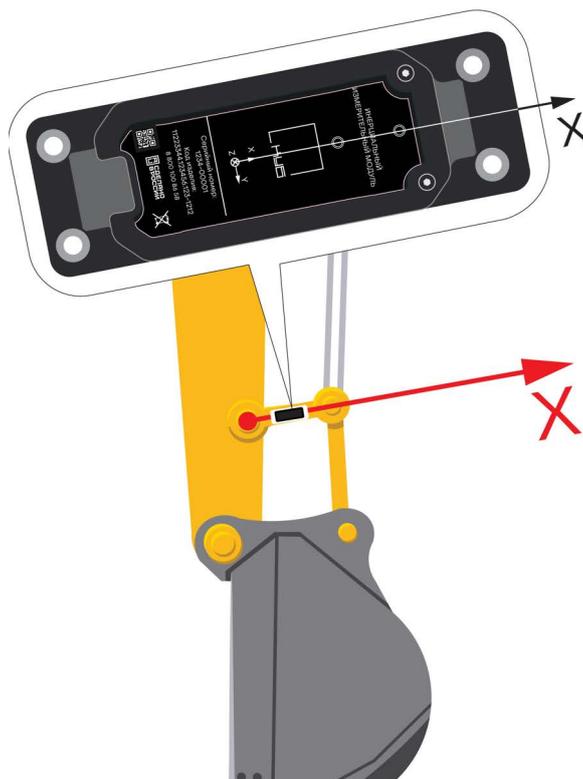
- ось X модуля параллельна оси X системы координат трапеции ковша,
- обе оси X направлены в одну сторону.

В поле **Ориентация ИИМ** можно выбрать один из двух вариантов установки модуля на трапецию ковша:

а) **На левом боку, X вперед, Y вверх:** ИИМ установлен на левой стороне косточки трапеции ковша, ось X ИИМ направлена вперед, ось Y ИИМ направлена вверх (при горизонтальном положении косточки).



б) На правом боку, X вперед, Y вниз: ИИМ установлен на правой стороне косточки трапеции ковша, ось X ИИМ направлена вперед, ось Y ИИМ направлена вниз (при горизонтальном положении косточки).



Для измерения координат ИИМ трапеции ковша необходимо выполнить следующие действия:

- измерить расстояние по оси X от оси пальца крепления рычага трапеции ковша до начала отсчета модуля трапеции ковша,
- измерить расстояние по оси Y от оси пальца крепления рычага трапеции ковша до начала отсчета модуля трапеции ковша,
- измерить расстояние по оси Z от оси пальца крепления рычага трапеции ковша до начала отсчета модуля трапеции ковша.

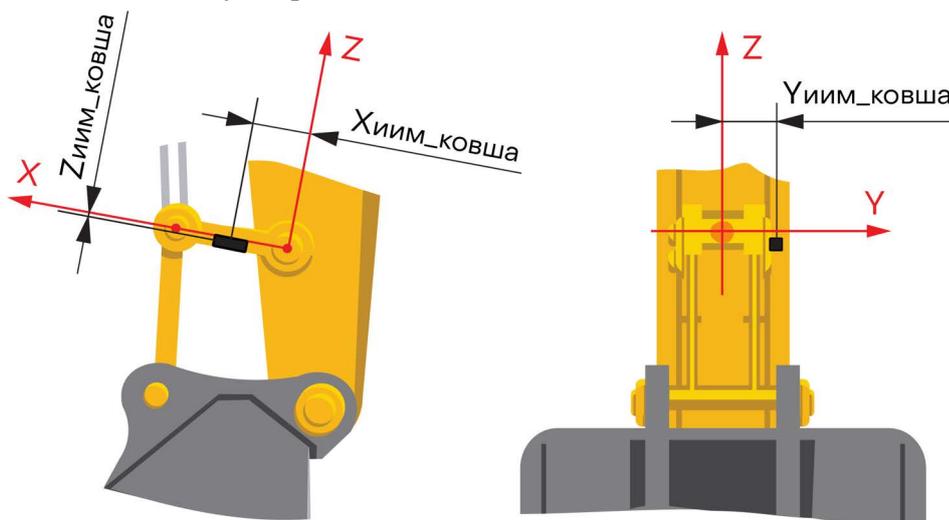


Рисунок 27. Измерение координат ИИМ трапеции ковша

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога с учетом арифметического знака «+» или «-».

- если ИИМ установлен на левой стороне косточки (по отношению к направлению движения экскаватора), то значение $Y_{иим_ковша}$ имеет знак «+»,
- если ИИМ установлен на правой стороне косточки (по отношению к направлению движения экскаватора), то значение $Y_{иим_ковша}$ имеет знак «-»,
- если ИИМ установлен выше оси X системы координат ковша, то значение $Z_{иим_ковша}$ имеет знак «+»,
- если ИИМ установлен ниже оси X системы координат ковша, то значение $Z_{иим_ковша}$ имеет знак «-».

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

22. В диалоге **Информация о калибровке** заполните поля *Имя мастера* и *Заметки*. Эта информация и дата создания профиля экскаватора будет храниться в созданном профиле. В этом диалоге вы можете удалить информацию из памяти системы КУБ, полученную при выполнении калибровки ИИМ экскаватора.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения.

23. Для сохранения введенных данных и завершения создания профиля экскаватора

нажмите кнопку **Завершить** в диалоге **Настройка завершена**.

Действия с готовым профилем

После того, как вы закончили создание профиля и сохранили все изменения в памяти системы КУБ, созданный профиль будет показан в диалоге **Машины**.

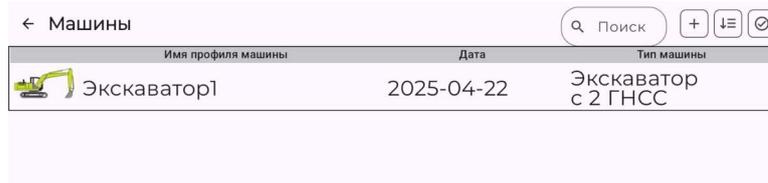
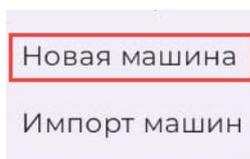


Рисунок 28. Созданный профиль в списке диалога Машины

Если список содержит только один профиль машины, то этот профиль всегда будет активным профилем в вашем проекте. Имя активного профиля расположено первым в списке профилей и выделено жирным шрифтом.

Используя иконки в правом верхнем углу диалога **Машины**, вы можете:

- а) создать профиль для новой машины. Нажмите иконку **+** и в выпадающем списке

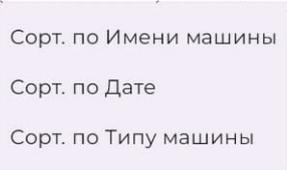


выберите *Новая машина*: Далее открывается диалог **Тип системы**.

б) импортировать ранее созданный профиль машины. Нажмите иконку  и в выпа-

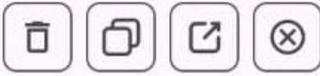
дающем списке выберите *Импорт машина*:  Далее выберите папку, из которой необходимо импортировать профиль.

в) сортировать созданные профили машин. Нажмите иконку  и в выпадающем

списке выберите необходимый тип сортировки: 

г) активизировать меню выбора. Нажмите иконку меню выбора .

После нажатия:

– в правом верхнем углу диалога появляются иконки: 

– открывается возможность выделить один или несколько созданных профилей.



	Имя профиля машины	Дата	Тип машины
<input type="checkbox"/>	Экскаватор1	2025-04-22	Экскаватор с 2 ГНСС
<input checked="" type="checkbox"/>	Экскаватор_новый_ковш	2025-04-22	Экскаватор с 2 ГНСС
<input checked="" type="checkbox"/>	Экскаватор_старый_ковш	2025-04-22	Экскаватор с 2 ГНСС

Рисунок 29. Диалог Машины: активирован режим выбора профиля / профилей

Используя иконки в правом верхнем углу диалога **Машины**, вы можете:

а) удалить выбранный профиль / выбранные профили. Нажмите иконку .

После нажатия на кнопку программа повторно запрашивает об удалении выделенных

профилей машин

Удалить выбранные машины ОТМЕНА УДАЛИТЬ

Нажмите **УДАЛИТЬ**. Выделенные профили машин будут удалены и режим меню выбора будет отключен.



Удаление профиля доступно только в *режиме сервисного инженера*.



б) сделать копию выбранного профиля / выбранных профилей. Нажмите иконку . После нажатия на кнопку программа повторно запрашивает о создании копии профилей

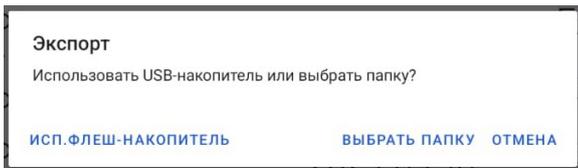


. Нажмите **СДЕЛАТЬ КОПИИ**. Для выделен-

ных профилей создаются копии с именами «*имя_профиля_соруN*» (где N - число копий). Режим меню выбора будет отключен.

в) сохранить выбранный профиль / выбранные профили на USB-флешку или любую папку. Нажмите иконку .

После нажатия выберите устройство, где необходимо сохранить выбранный профиль /

выбранные профили . Режим меню выбора будет отключен.

г) Отключить меню выбора. Нажмите иконку .

Для просмотра параметров профиля нажмите на имя профиля. Диалог **Свойства профиля** содержит информацию о параметрах профиля.

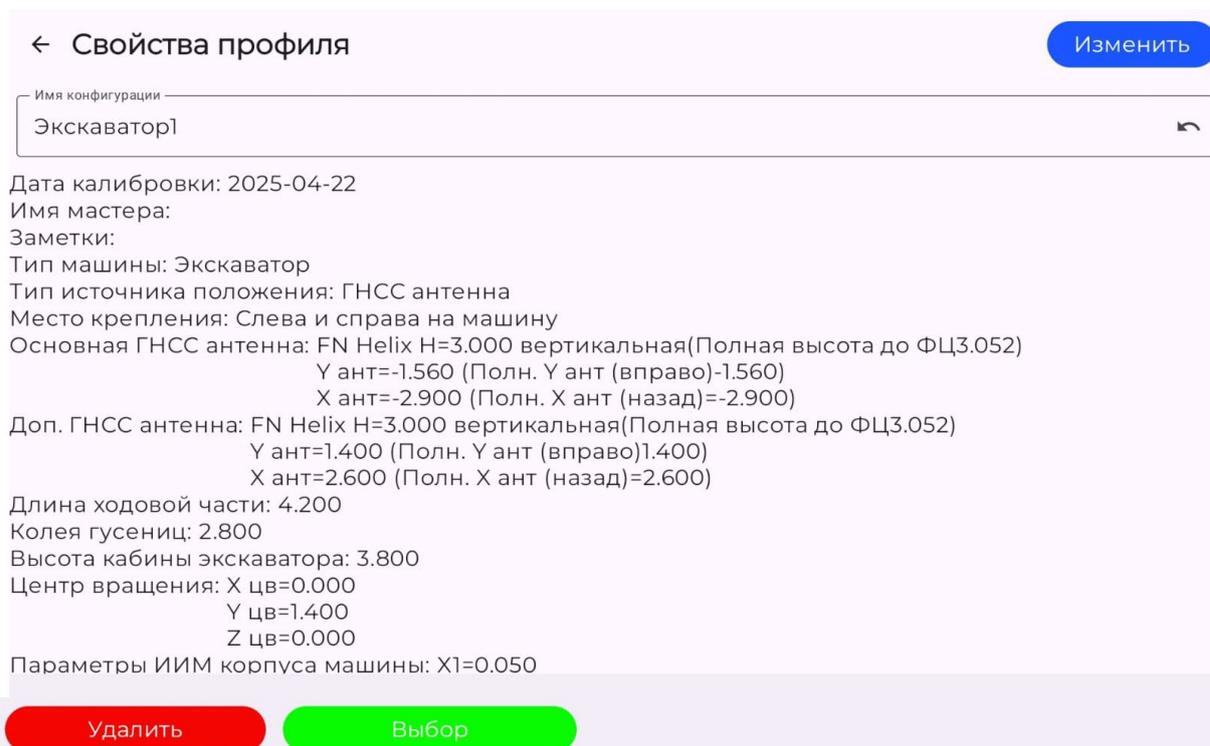
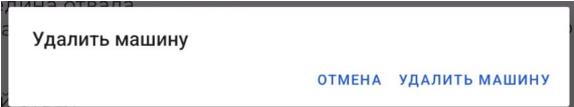


Рисунок 30. Диалог Свойства профиля

Используя кнопки в диалоге **Свойства профиля**, вы можете:

а) установить профиль как активный (нажмите кнопку ). После нажатия на кнопку диалог **Свойства профиля** закрывается и открывается **Главное окно** программы.

б) удалить профиль нажав кнопку (нажмите кнопку ). После нажатия на кнопку программа повторно запрашивает об удалении профиля

машины: . Нажмите *удалить машину*.

в) изменить значения в профиле (нажмите кнопку ). После нажатия на кнопку открывается диалог **Тип системы**.

Информация	Удаление профиля и редактирование параметров профиля доступны только в <i>режиме сервисного инженера</i> .
------------	--

Для создания копии данного профиля измените имя текущего профиля и нажмите на клавиатуре .

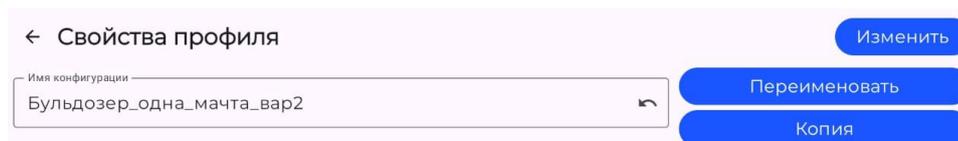


Рисунок 31. Создание копии профиля машины.

Программа предложит:

- присвоить новое имя профилю и удалить профиль со старым именем. Для выполнения этих действий нажмите кнопку ,
- присвоить новое имя профилю и сохранить профиль со старым именем. Для выполнения этих действий нажмите кнопку .

Информация	Процедура <i>Переименовать</i> (изменить имя профиля и удалить профиль со старым именем) доступна только в <i>режиме сервисного инженера</i> .
------------	--

Изменение режима пользователя

По умолчанию, в программном обеспечении КУБ установлен *Стандартный режим пользователя*. В этом режиме закрыт доступ к проведению калибровки инерциальных измерительных модулей экскаватора. Для проведения калибровок необходимо установить *Режим сервисного инженера*.

Для этого, выполните следующие действия:

1. Включите панель управления системы.
2. В главном окне ПО КУБ нажмите любую из двух кнопок ( или ) для открытия **Меню** программы.
3. В **Меню** программы выберите **Система > Режим пользователя**.

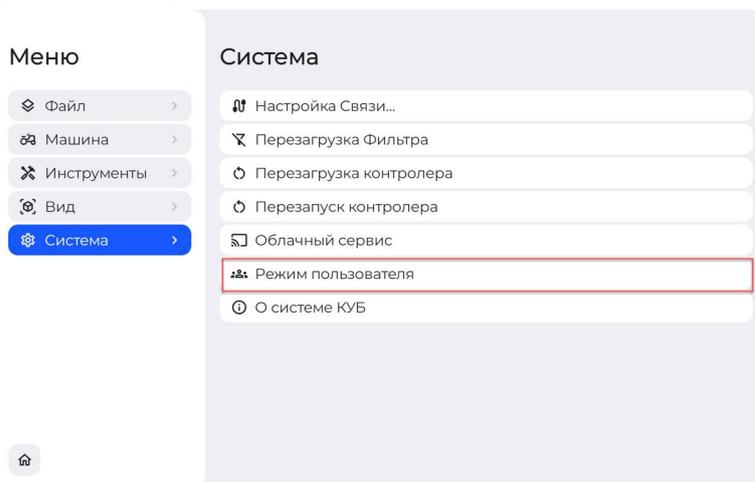


Рисунок 32. Выберите Система > Режим пользователя

4. Открывается диалог **Режим пользователя**. По умолчанию, в программе установлен *Стандартный режим пользователя*. Для смены режима пользователя нажмите на кнопку в поле **Режим пользователя** и выберите из списка *Режим сервисного инженера*.

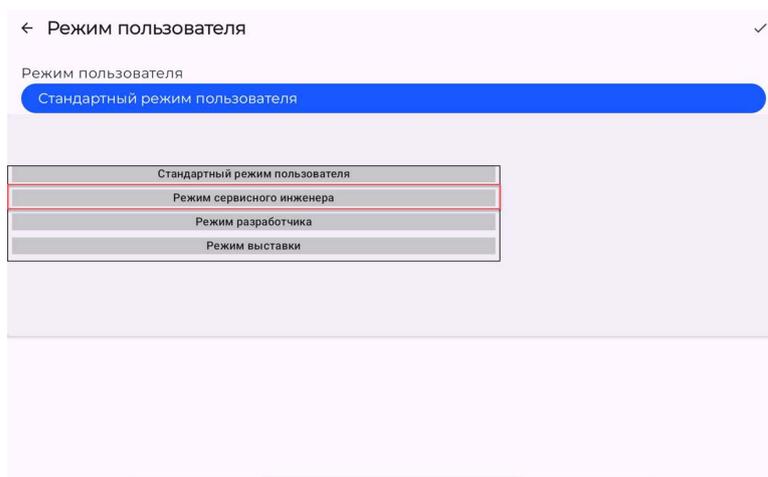


Рисунок 33. Выбор режима пользователя из списка

5. После выбора режима сервисного инженера, нажмите на поле **Пароль для смены режима** и введите пароль на клавиатуре. Нажмите на клавиатуре  .

Далее нажмите  в правом верхнем углу для проверки пароля.

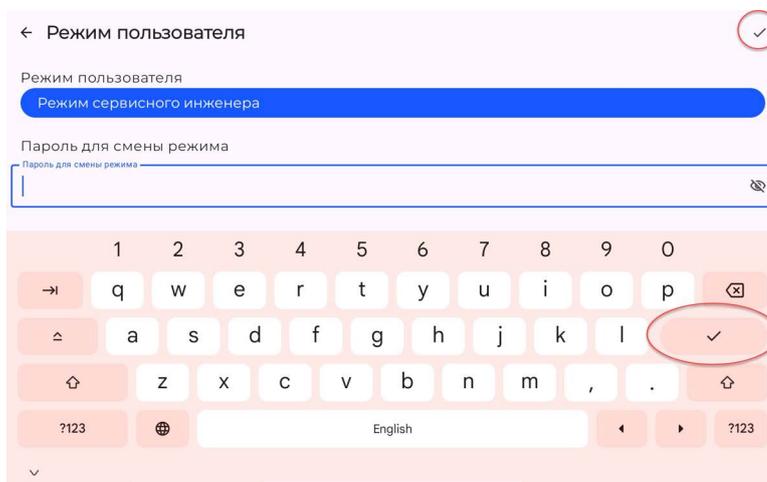


Рисунок 34. Ввод пароля

Если пароль введен корректно, то программа сообщает о смене режима пользователя .

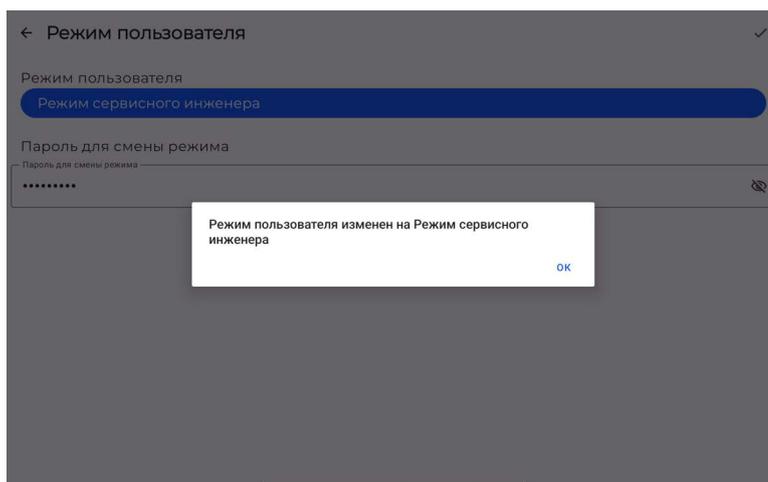
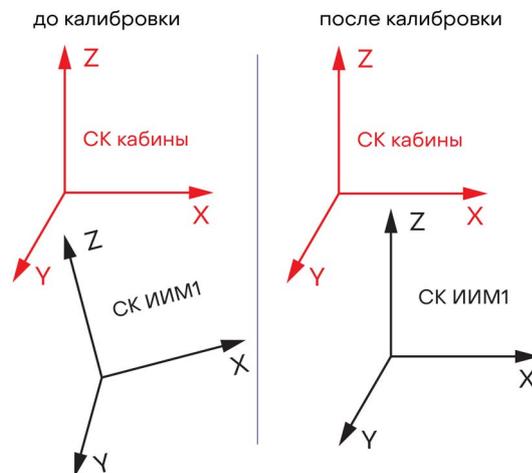


Рисунок 35. Установлен режим сервисного инженера

Нажмите **ОК** в этом окне для перехода в **Меню** программы.

Калибровка ИИМ экскаватора

Процедура калибровки инерциального измерительного модуля, установленного на экскаваторе - процедура определения и компенсации угла разворота системы координат ИИМ относительно системы координат элемента экскаватора, на котором установлен ИИМ. После выполнения калибровки обе системы координат будут параллельны друг другу.



**Рисунок 36. Физический смысл калибровки ИИМ
(на примере модуля, установленного на корпусе экскаватора)**

До проведения калибровки инерциальных измерительных модулей:

- заведите двигатель экскаватора,
- для исключения колебаний машины при вращении корпуса и ее составных частей установите экскаватор на твердую плоскую поверхность и опустите отвал, если он существует для данной модели экскаватора (для колесного экскаватора опустите откидные опоры),
- поднимите стрелу экскаватора до максимального возможного угла, поверните рукоять максимально близко к стреле и поднимите ковш до максимального значения. Эти меры необходимы для переноса центра тяжести экскаватора максимально ближе к вертикальной оси вращения корпуса экскаватора.



- убедитесь, что отсутствуют ошибки в системе всех инерциальных измерительных модулей экскаватора (индикатор состояния ИИМ имеет статус ).

После установки *Режима сервисного инженера* открывается доступ к проведению калибровки инерциальных измерительных модулей экскаватора. Для калибровки выполните следующие действия:

1. В Меню программы выберите **Машина > Калибровка ИИМ экскаватора**.

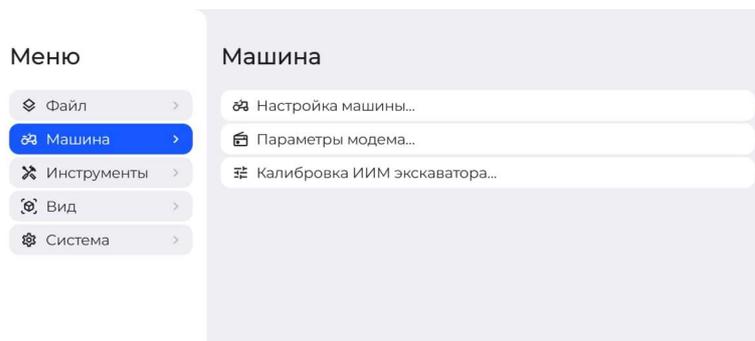
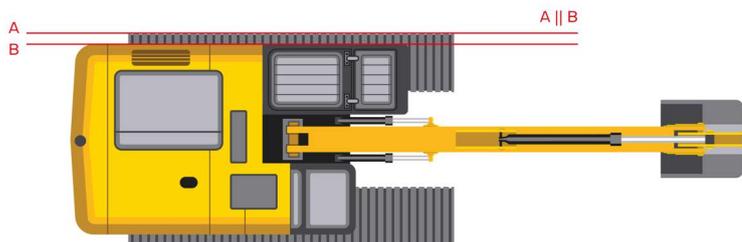


Рисунок 37. Выберите Машина > Калибровка ИИМ экскаватора



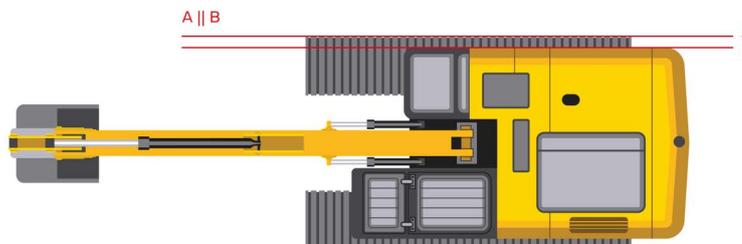
В процессе калибровок ИИМ любое изменение положения элементов экскаватора (корпуса, стрелы, рукояти и ковша) должно проводиться плавно (без рывков) и со скоростью не более 5 градусов в секунду.

2. В диалоге **1** *Калибровки ИИМ корпуса - Шаг 1.1* необходимо установить корпус экскаватора параллельно шасси.



Нажмите кнопку **Далее** для продолжения калибровки. После нажатия на кнопку контроллер системы КУБ запоминает текущие данные инерциального измерительного модуля, установленного на корпусе.

3. В диалоге **2** *Калибровки ИИМ корпуса - Шаг 1.2* необходимо повернуть корпус экскаватора на 180 градусов и установить его параллельно шасси. При повороте корпуса не изменяйте положение стрелы, рукояти и ковша.



Нажмите кнопку **Далее** для продолжения калибровки. После нажатия на кнопку система выполняет калибровку ИИМ корпуса с учетом измерений, полученных на первом и втором шаге.

- Диалог **3** *Калибровки ИИМ корпуса - Шаг1.3* показывает итоговые значения уклонов корпуса экскаватора, измеренные инерциальным измерительным модулем. Вы можете откорректировать эти значения.

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения калибровки.

- В диалоге **4** *Калибровки ИИМ ковша - Шаг2* установите ковш так, чтобы линия проходящая через центры пальцев крепления рычага трапеции была параллельна горизонтальной плоскости. Проведите измерение угла наклона этой линии. Угол наклона имеет **положительное** значение, если правый край электронного уровня находится выше левого края уровня (при расположении ИИМ с левой стороны косточки).

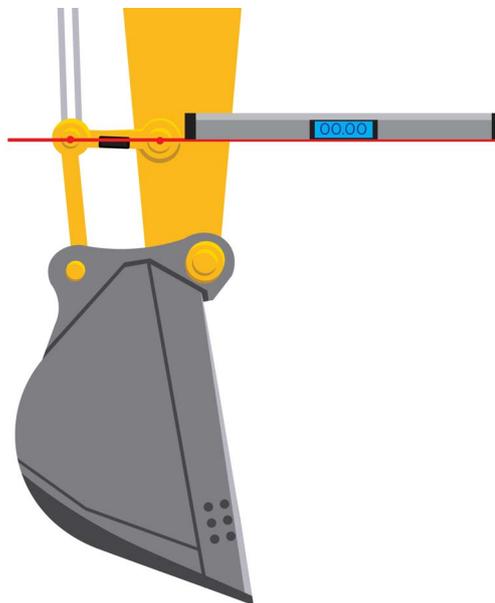


Рисунок 38. Измерение угла наклона линии, проходящей через пальцы трапеции

Введите измеренное значение в поле диалога и нажмите кнопку **Далее** для продолжения калибровки.

- В диалоге **5** *Калибровки ИИМ рукояти - Шаг3* установите рукоять так, чтобы линия соединяющая центр пальца крепления рукояти к стреле и центр пальца крепления ковша к рукояти была параллельна *горизонтальной* плоскости. Проведите измерение угла наклона этой линии.

Угол наклона имеет **положительное** значение, если правый край электронного уровня находится выше левого края уровня (при расположении ИИМ с левой стороны рукояти).

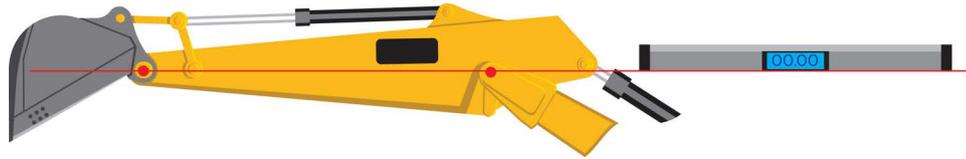


Рисунок 39. Измерение угла наклона линии, проходящей через пальцы рукояти

Введите измеренное значение в поле диалога и нажмите кнопку **Далее** для про-

должения калибровки в диалоге **8**.

Если невозможно провести прямые измерения, то воспользуйтесь вспомогательным

диалогом калибровки ИИМ рукояти, нажав на кнопку **Воспользоваться** для

перехода в диалог **6**.

7. Нажатие на кнопку **Воспользоваться** открывается диалог **6** (*Калибровка ИИМ рукояти, ассистент установки - Шаг 3*). В этом диалоге необходимо установить:
 - рукоять так, чтобы линия, соединяющая центр пальца крепления рукояти к стреле и центр пальца крепления ковша к рукояти, была перпендикулярна *горизонтальной* плоскости,
 - ковш так, чтобы линия, соединяющая центры пальцев крепления рычага трапеции, была перпендикулярна линии, соединяющая центр пальца крепления рукояти к стреле и центр пальца крепления ковша к рукояти.

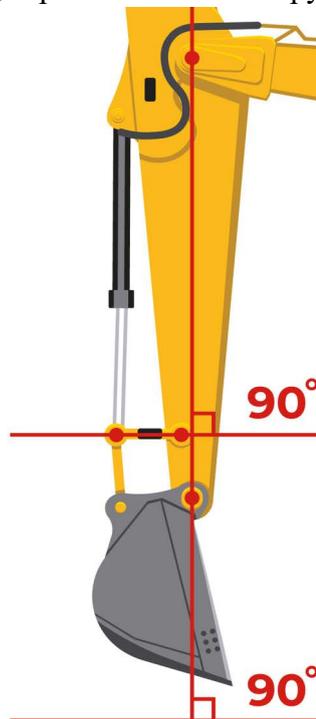


Рисунок 40. Первое положение рукояти и ковша при выполнении калибровки ИИМ рукояти

Нажмите кнопку **Далее** для продолжения калибровки ИИМ рукояти в диалоге

7

8. В диалоге **7** *Калибровка ИИМ рукояти, ассистент установки - Шаг 3-2* не меняя положение ковша относительно рукояти, изменяя только положение стрелы и рукояти, установите рукоять таким образом, чтобы линия, соединяющая центр пальца крепления рукояти к стреле и центр пальца крепления ковша к рукояти, будет параллельна *горизонтальной* плоскости. Индикатор в диалоге будет показывать нулевое значение, когда линия будет параллельна горизонтальной плоскости.

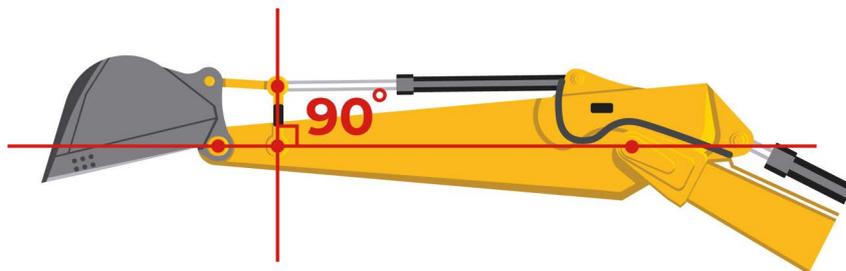


Рисунок 41. Второе положение рукояти и ковша при выполнении калибровки ИИМ рукояти

9. Нажмите кнопку **Далее**. После нажатия на кнопку откроется диалог **5**. В поле угла наклона рукояти будет записано значение угла рукояти уже с учетом калибровки (система вычислила это значение в процессе действий, выполненных в диалоге **6** и **7**). Нажмите кнопку **Далее** для калибровки ИИМ стрелы.

10. В диалоге **8** *Калибровки ИИМ стрелы - Шаг 4* необходимо установить стрелу так, чтобы линия соединяющая центр пальца крепления стрелы к поворотной платформе и центр пальца крепления стрелы к рукояти была параллельна *горизонтальной* плоскости. Проведите измерение угла наклона этой линии. Угол наклона имеет **положительное** значение, если правый край электронного уровня находится выше левого края уровня (при расположении ИИМ с левой стороны стрелы).

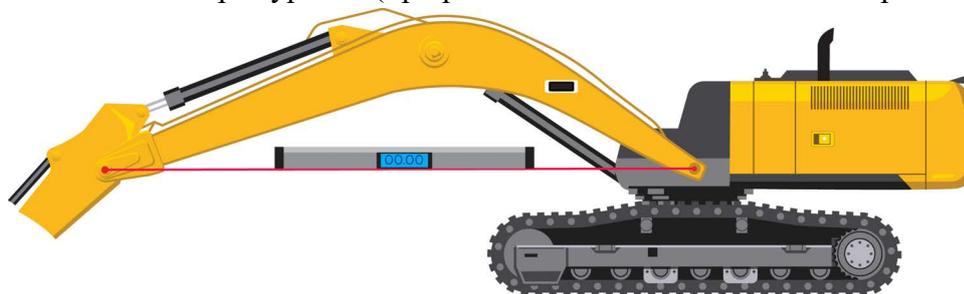


Рисунок 42. Измерение угла наклона линии, проходящей через пальцы стрелы

Введите измеренное значение в поле диалога и нажмите кнопку  для перехода в диалог .

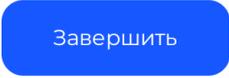
11. В диалоге  нажмите кнопку  для завершения процедуры калибровки инерциальных измерительных модулей, установленных на экскаваторе.

Схема подключение элементов

На рис. 43 представлена электрическая схема подключения элементов двух мачтовой системы КУБ, установленной на экскаваторе.

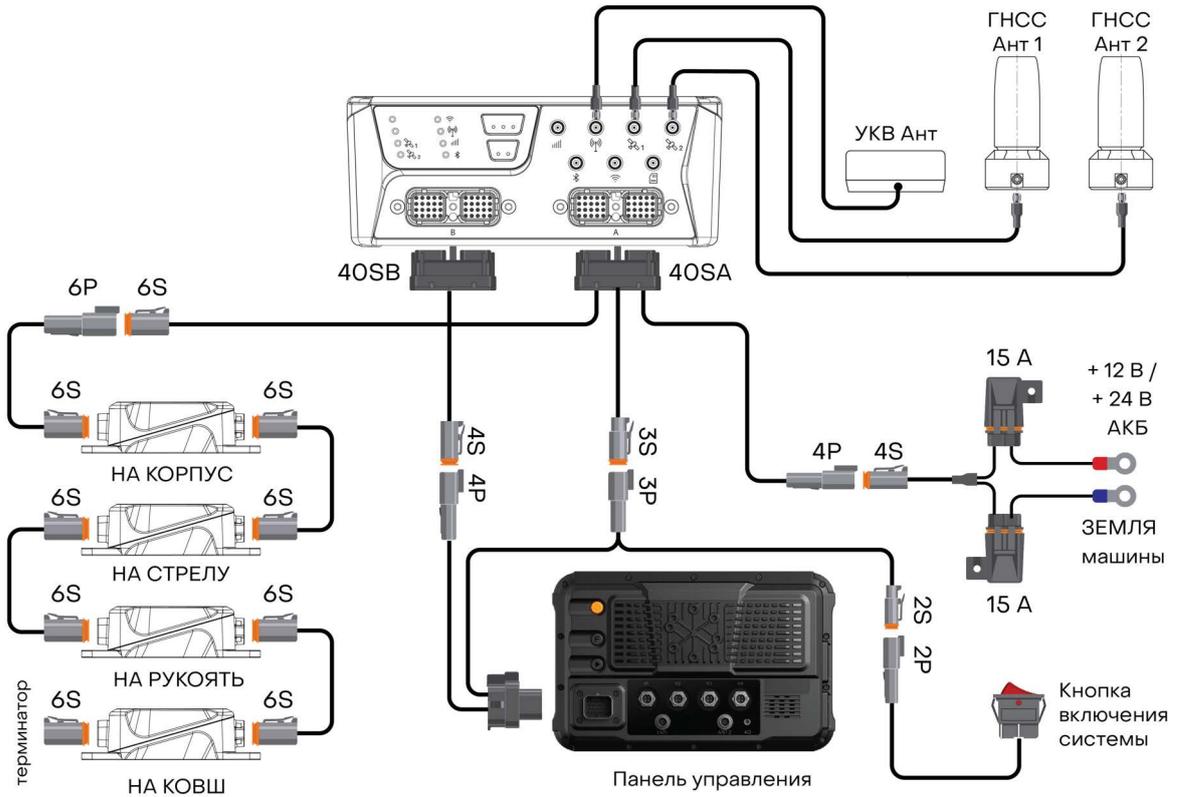


Рисунок 43. Схема подключения элементов КУБ