ООО ФН системы

3D система нивелирования КУБ

Инструкция по созданию профиля машины и выполнению калибровок на бульдозере

DOC.ADZ.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
Рекомендация по измерению координат ИИМ 3
Особенность применения измеренных значений . 4
Создание профиля бульдозера 5
Действия с готовым профилем 15
Изменение режима пользователя 19
Калибровка ИИМ отвала 21
Калибровка предельных углов отвала 27
Калибровка мертвых зон гидравлики 30
Коэффициенты усиления гидравлики отвала 37
Схема подключение элементов 43

Заметки:

Рекомендации по проведению измерений

При выполнении работ по созданию профиля необходимо провести измерения размеров элементов бульдозера (отвала, гусениц) и измерения координат инерциального измерительного модуля и ГНСС антенны в системе координат бульдозера. Погрешность проведённых измерений напрямую определяет точность работы системы КУБ.
Погрешность линейных измерений зависит от значения углов перекоса и углов подъёма площадки, на которой установлен бульдозер. 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 выполняются строго параллельно соответствующим осям.

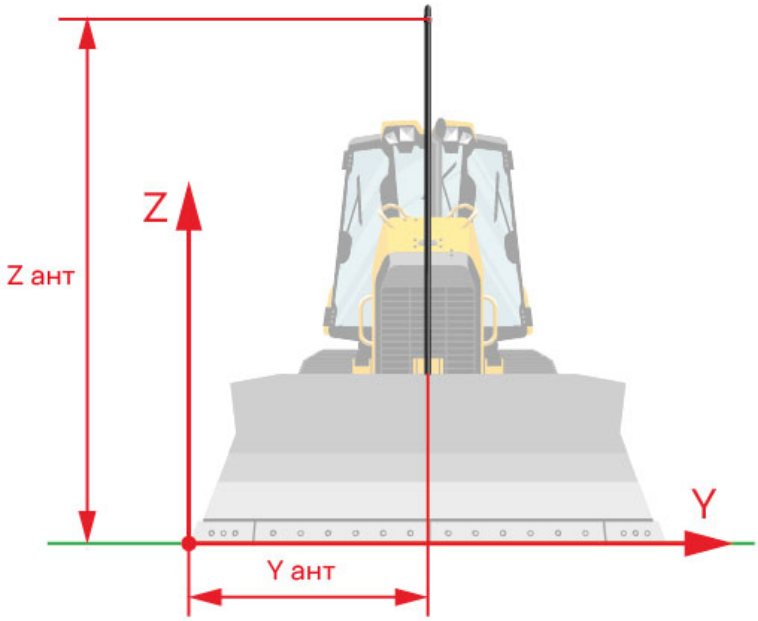


Рисунок 1. Правило проведения линейных измерений

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.

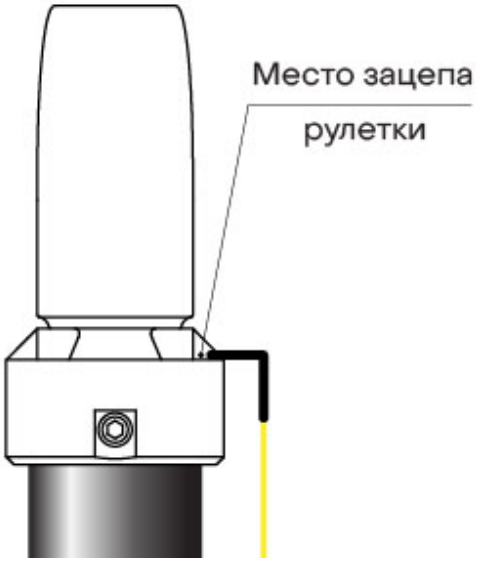


Рисунок 2. Измерение превышения фазового центра

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

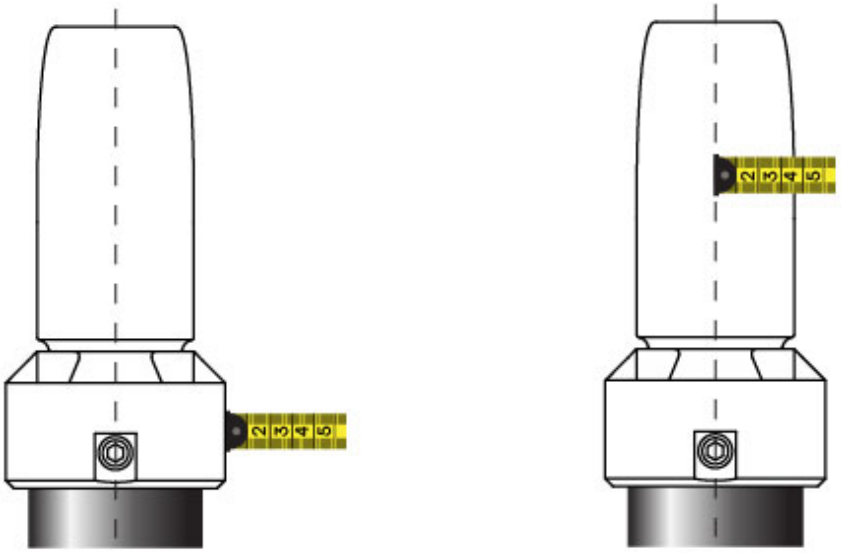


Рисунок 3. Измерение смещения фазового центра в горизонтальной плоскости

Рекомендация по измерению координат ИИМ

Измерения 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 отсчёта ИИМ проводить от середины крестообразного выреза на кожухе.

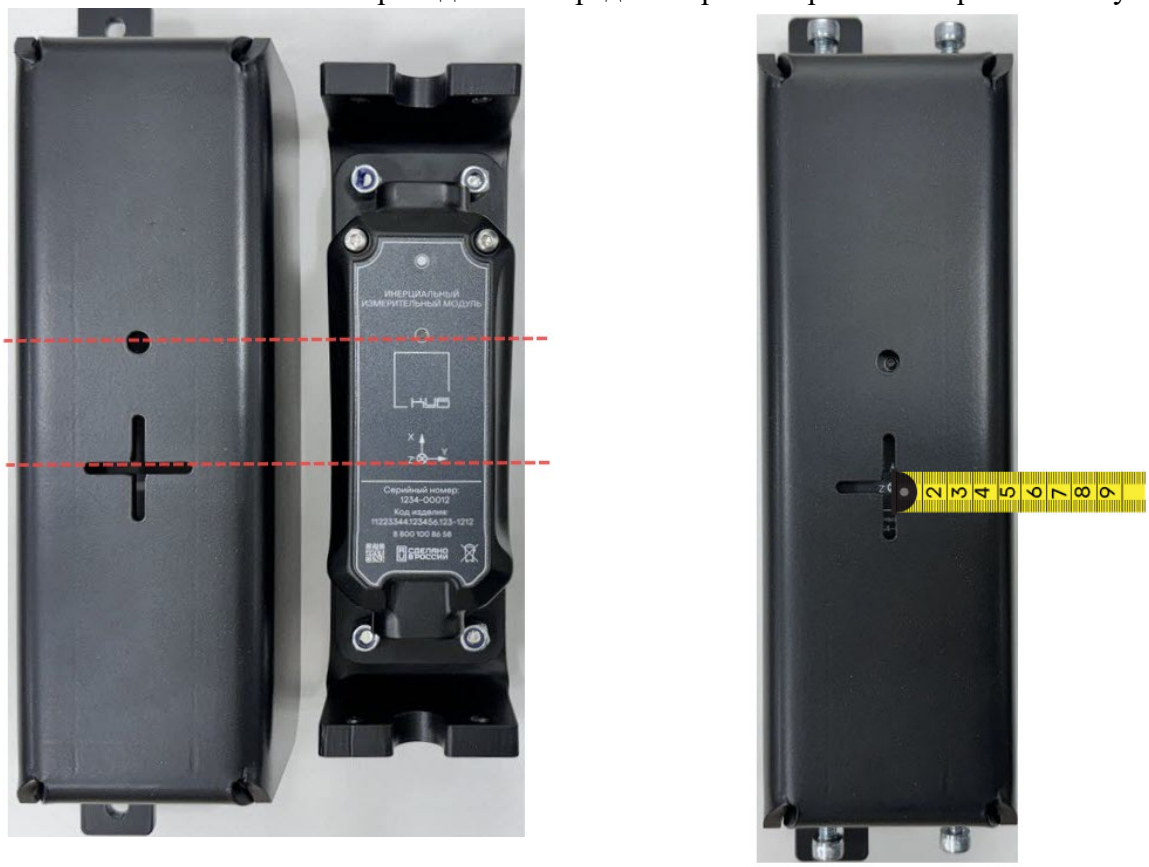


Рисунок 5. Измерения координат ИИМ в кожухе

Особенность применения измеренных значений

Все проводимые далее линейные измерения будут относятся к значению угла резания отвала, который был установлен до начала измерений. Изменение значения угла резания отвала при проведении строительных работ может привести к ошибкам как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости.

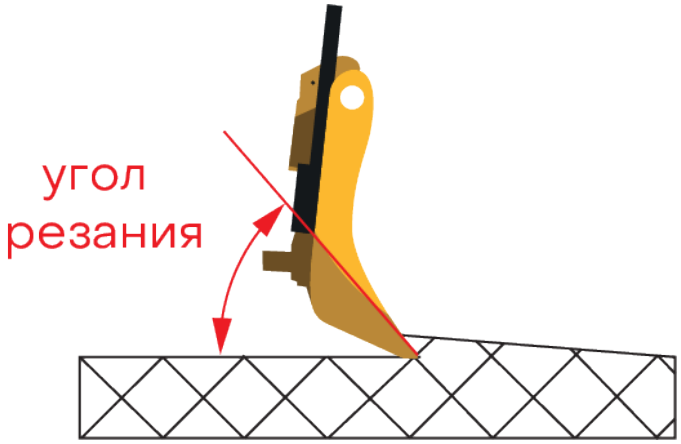


Рисунок 6. Угол резания отвала бульдозера

Мы рекомендуем создать несколько профилей одного бульдозера для разных фиксированных значений углов резания и выбирать эти профили в зависимости от задач.

Создание профиля бульдозера

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**.

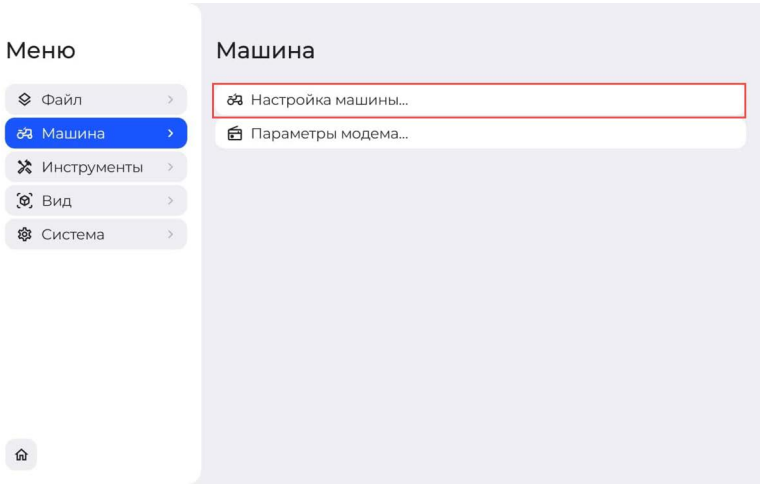


Рисунок 7. Выберите Машина > Настройка машины

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

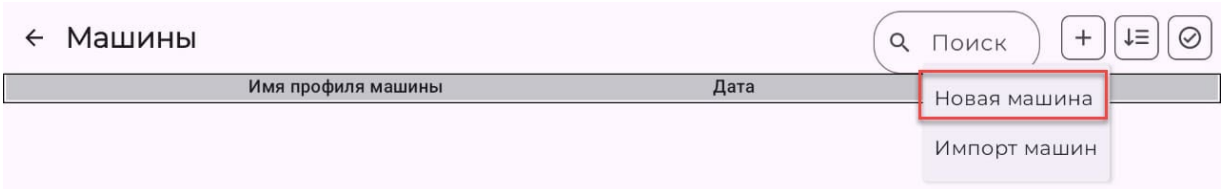


Рисунок 8. Выберите Новая машина

5. В диалоге **Тип системы**:
   – введите имя профиля машины в поле ***Имя конфигурации***,
   – выберите **Бульдозер** в строке ***Тип машины***,
   – выберите **ГНСС антенна** в строке ***Тип источника положения***,
   – выберите **Середина отвала** (для одномачтовой конфигурации) в строке ***Место крепления.***

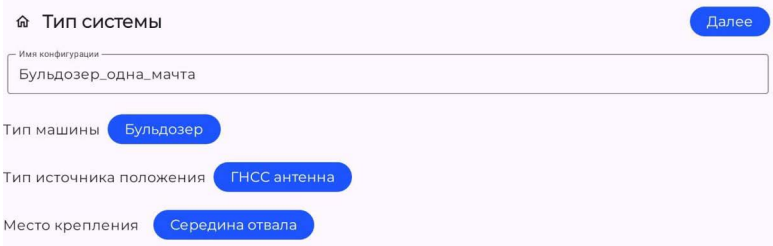


Рисунок 9. Пример профиля для бульдозера с одномачтовой системой КУБ

– нажмите кнопку Далее для продолжения.

6. В диалоге **Тип управления гидравликой** выберите способ управления гидравликой в бульдозере.
   – если бульдозер оборудован электронной системой управления гидравликой отвала, то выберите: Тип управления гидравликой Caterpillar CAN ,
   – если бульдозер НЕ оборудован электронной системой управления гидравликой отвала, то выберите: Тип управления гидравликой Отсутствует .

   Нажмите кнопку Далее для продолжения.
7. В диалоге **Датчик направления** выберите способ подачи (тип датчика заднего хода бульдозера):
   – если при включении заднего хода реле заднего хода замыкается, то выберите Датчик направления Реле (LOW) ,
   – если при включении заднего хода реле заднего хода размыкается, то выберите Датчик направления Реле (HIGH) ,
   – если в бульдозере отсутствует система выдачи сигнала заднего хода, то выберите Датчик направления Отсутствует .

	При отсутствии в бульдозере сигнала заднего хода инициализация одномачтовой системы проводится **только** проездом вперед.

   Нажмите кнопку Далее для продолжения.
8. В диалоге **Тип отвала** выберите тип отвала бульдозера:
   – для бульдозера с поворотным отвалом нажмите кнопку Поворотный отвал
   – для бульдозера с неповоротным отвалом нажмите кнопку Неповоротный отвал

   Нажмите кнопку Далее для продолжения.
9. В диалоге **Параметры отвала** измерьте габаритные размеры отвала:
   – Ширину отвала (Yотв) - расстояния по оси Y от правой нижней точки режущей кромки до левой нижней точки режущей кромки,

– Высоту отвала (Zотв) - расстояния по оси Z от правой нижней точки режущей кромки до правой верхней точки отвала).

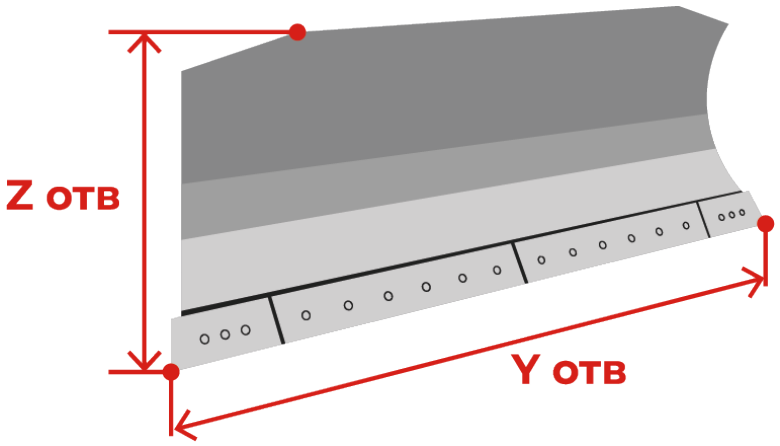


Рисунок 10. Габаритные размеры отвала бульдозера

Введите измеренные значения в соответствующие поля диалога.

Нажмите кнопку Далее для продолжения.

10. Диалог **Установка Машины** состоит из двух закладок.
Закладка ***Установка Машины*** *для бульдозера с поворотным отвалом* содержит инструкцию о проверке перпендикулярности отвала продольной оси бульдозера. Убедитесь, что отвал бульдозера установлен перпендикулярно строительной оси машины. Для этого проведите измерение вылета штоков левого и правого гидроцилиндров:
– от крайней точки левого гидроцилиндра до центра оси крепления хвостовика штока к отвалу,
– от крайней точки правого гидроцилиндра до центра оси крепления хвостовика штока к отвалу.

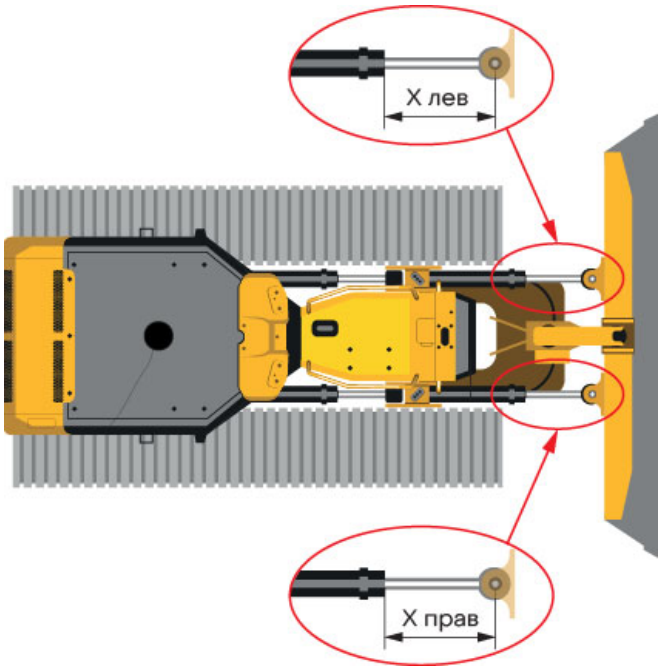


Рисунок 11. Проверка перпендикулярности отвала

Если два измеренных значения равны (Хлев=Хправ), можно продолжать дальнейшие измерения.

После проверки параллельности отвала нажмите кнопку Далее для перехода во вторую закладку диалога.

Закладка **СК машины** содержит описание системы координат бульдозера.

Начало координат строительной машины совпадает с правой (по ходу движения) нижней точкой отвала:

– ось X параллельна строительной оси бульдозера,
– ось Y перпендикулярна строительной оси бульдозера и расположена в горизонтальной плоскости,
– ось Z также перпендикулярна строительной оси бульдозера, но расположена в вертикальной плоскости и направлена вверх.

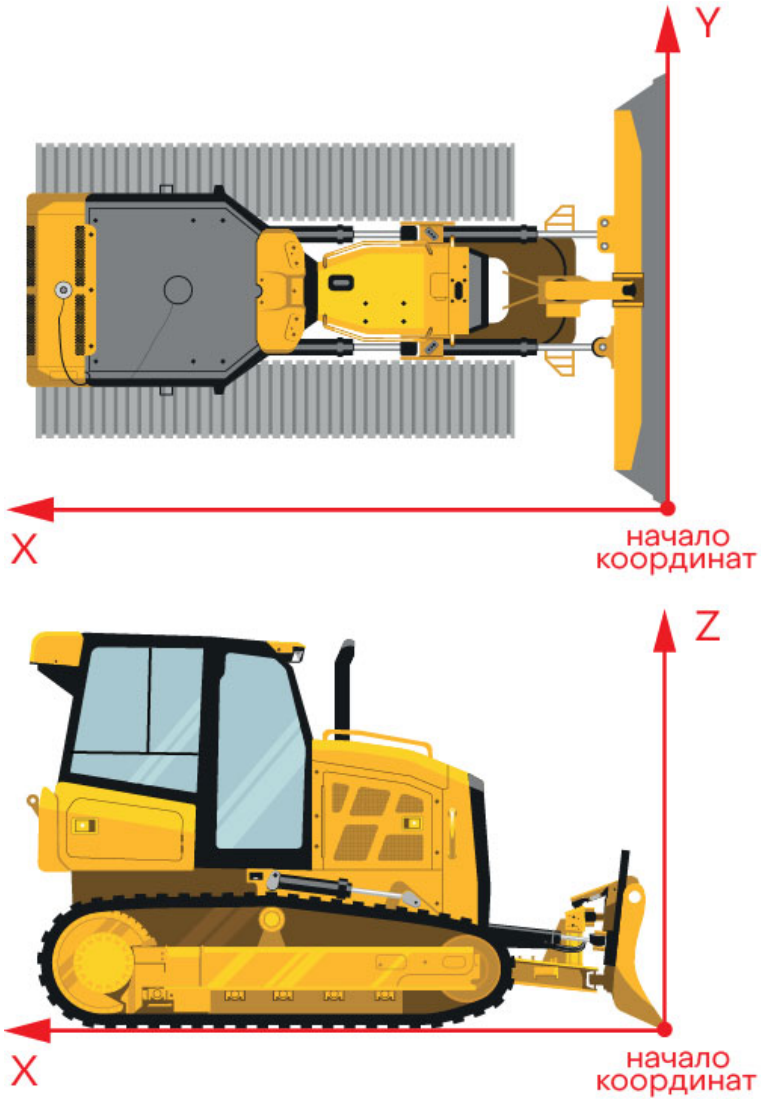
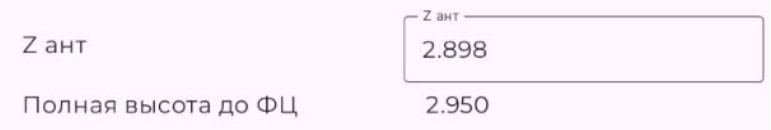


Рисунок 12. Система координат бульдозера

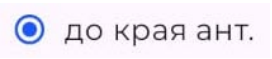
Нажмите кнопку Далее для продолжения.

11. В диалоге **Бульдозер с ГНСС** произведите измерения координат фазового центра бортовой ГНСС антенны в системе координат бульдозера. 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 известного смещения от места зацепа рулетки до фазового центра на частоте L1 (поле *Полная высота до ФЦ).*



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

    а) для измерения от центра антенны нажмите кнопку в поле

    б) для измерения от края хомута нажмите кнопку в поле 

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

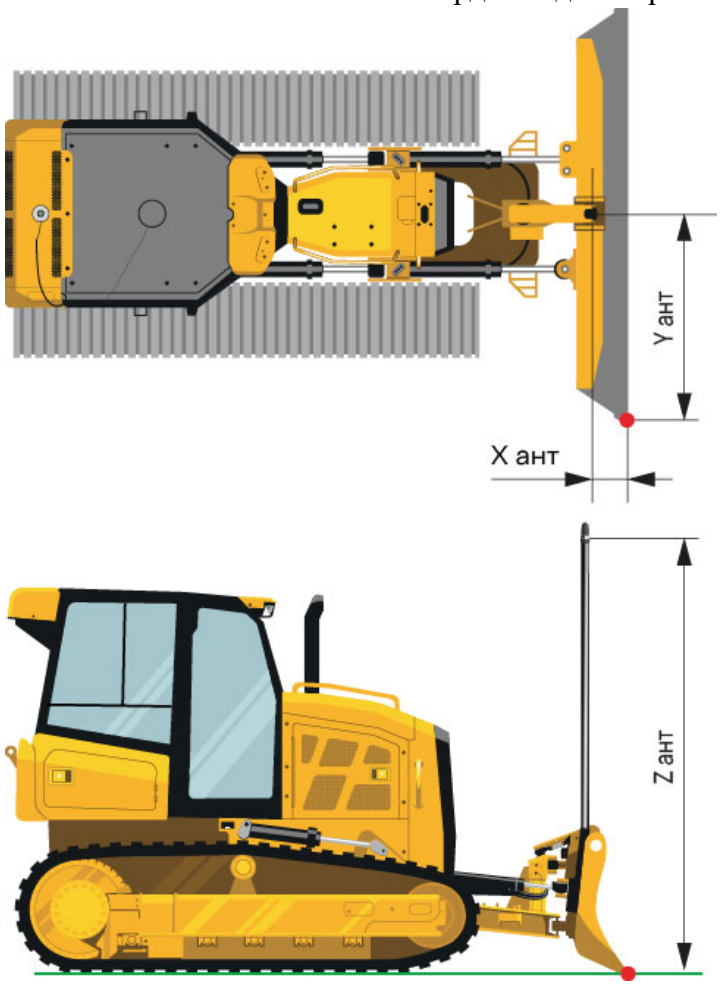


Рисунок 13. Измерение координат ГНСС антенны в СК бульдозера

Введите измеренные значения X ант и Y ант в соответствующие поля диалога.

Нажмите кнопку Далее для продолжения.

12. В диалоге **Параметры бульдозера** проведите измерение расстояния по оси X между крайними точками касания гусеницы площадки. Измерение можно проводить как на правой, так и на левой гусенице

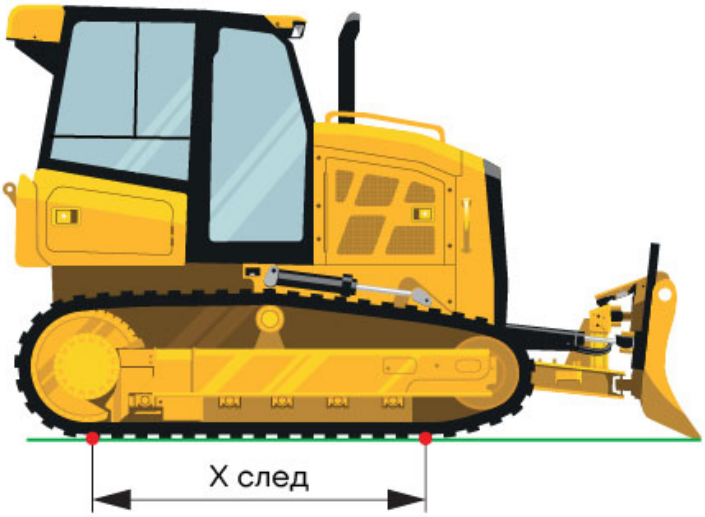


Рисунок 14. Измерение длины «следа»

Введите измеренное значение в соответствующее поле диалога.

Нажмите кнопку Далее для продолжения.

13. В диалоге **Ширина машины** проведите измерение расстояния по оси Y между крайними точками шасси бульдозера.

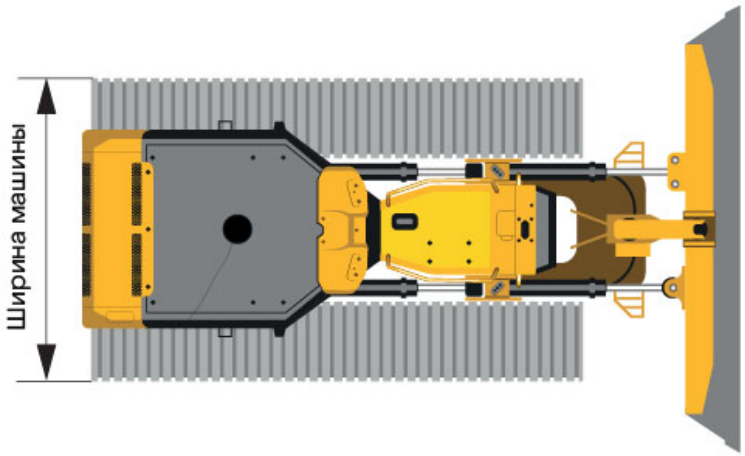


Рисунок 15. Измерение ширины машины

Введите измеренное значение в соответствующее поле диалога.

Нажмите кнопку Далее для продолжения.

14. В диалоге **Отступ от края отвала (X до отвала)** проведите измерение расстояния расстояние по оси X от ближайшей крайней точки касания гусеницы площадки до начала координат.

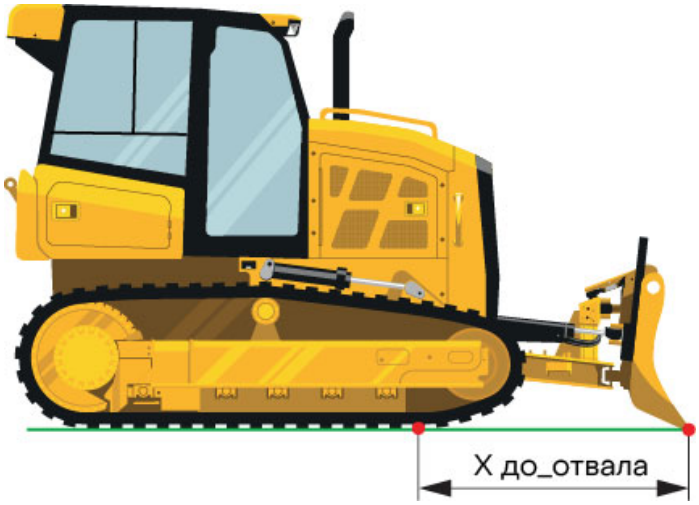


Рисунок 16. Измерение расстояния до края отвала

Введите измеренное значение в соответствующее поле диалога.

Нажмите кнопку Далее для продолжения.

15. Для *бульдозера с поворотным отвалом* в диалоге **Ось вращения рамы отвала** произведите измерение координат оси крепления рамы в системе координат бульдозера. Для этого необходимо выполнить следующие действия:
    – измерить расстояния по оси X от точки крепления рамы отвала (центра шаровой опоры крепления рамы) до начала координат,
    – измерить расстояния по оси Z от точки крепления рамы отвала (центра шаровой опоры крепления рамы) до начала координат.

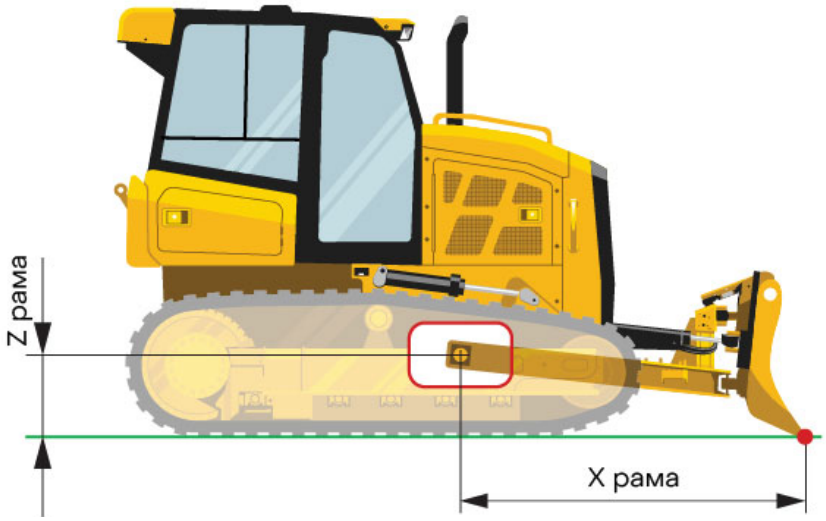


Рисунок 17. Бульдозер с поворотным отвалом: измерение расстояния до точки крепления рамы

Введите измеренные значения X рама и Y рама в соответствующие поля диалога.

Нажмите кнопку Далее для продолжения.

16. Для *бульдозера с неповоротным отвалом* в диалоге **Ось вращения рамы отвала** произведите измерение координат оси крепления рамы в системе координат бульдозера. Для этого необходимо выполнить следующие действия:
    – измерить расстояния по оси X от точки крепления рамы отвала (центра шаровой опоры крепления рамы) до начала координат,
    – измерить расстояния по оси Z от точки крепления рамы отвала (центра шаровой опоры крепления рамы) до начала координат.

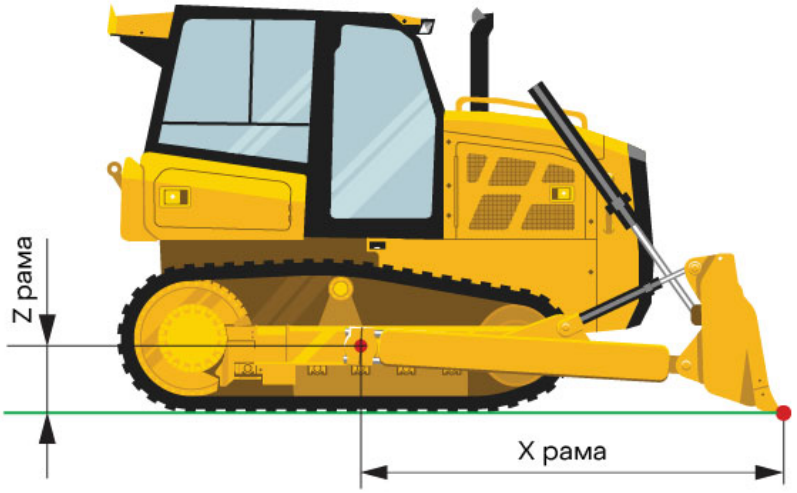


Рисунок 18. Бульдозер с неповоротным отвалом: измерение расстояния до точки крепления рамы

17. Для *бульдозера с поворотным отвалом* в диалоге **Центр вращения (ЦВ) отвала** проведите измерение координат центра вращения отвала. Для этого необходимо выполнить следующие действия:
    – измерить расстояние по оси X от начала координат до центра вращения отвала,
    – измерить расстояние по оси Y от начала координат до центра вращения отвала,
    – измерить расстояние по оси Z от начала координат до центра вращения отвала.

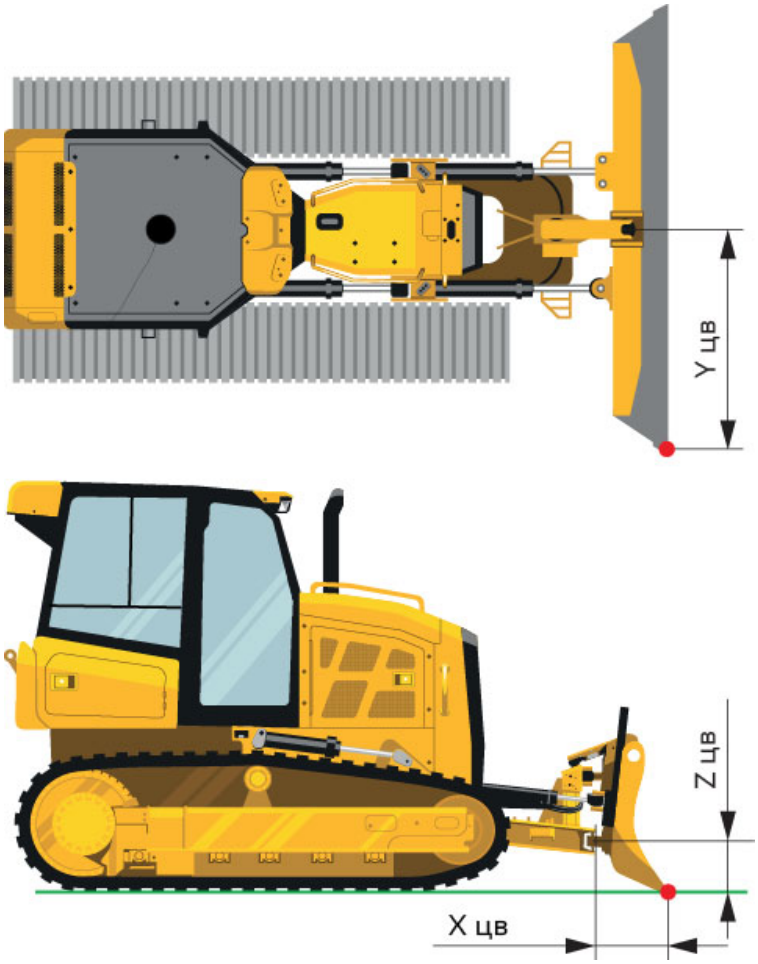


Рисунок 19. Бульдозер с поворотным отвалом: измерение расстояний до центра вращения отвала

Введите измеренные значения X цв, Y цв и Z цв в соответствующие поля диалога.

Нажмите кнопку Далее для продолжения.

18. В диалоге **Параметры ИИМ отвала** произведите измерение координат инерциального измерительного модуля (ИИМ) в системе координат бульдозера. Линейные измерения проводите с учетом рекомендации, указанной на стр. 3.
    Для измерения координат ИИМ необходимо выполнить следующие действия:
    – измерить расстояние по оси X от начала координат бульдозера до начала отсчета ИИМ,
    – измерить расстояние по оси Y от начала координат бульдозера до начала отсчета ИИМ

– измерить расстояние по оси Z от начала координат бульдозера до начала отсчета ИИМ.

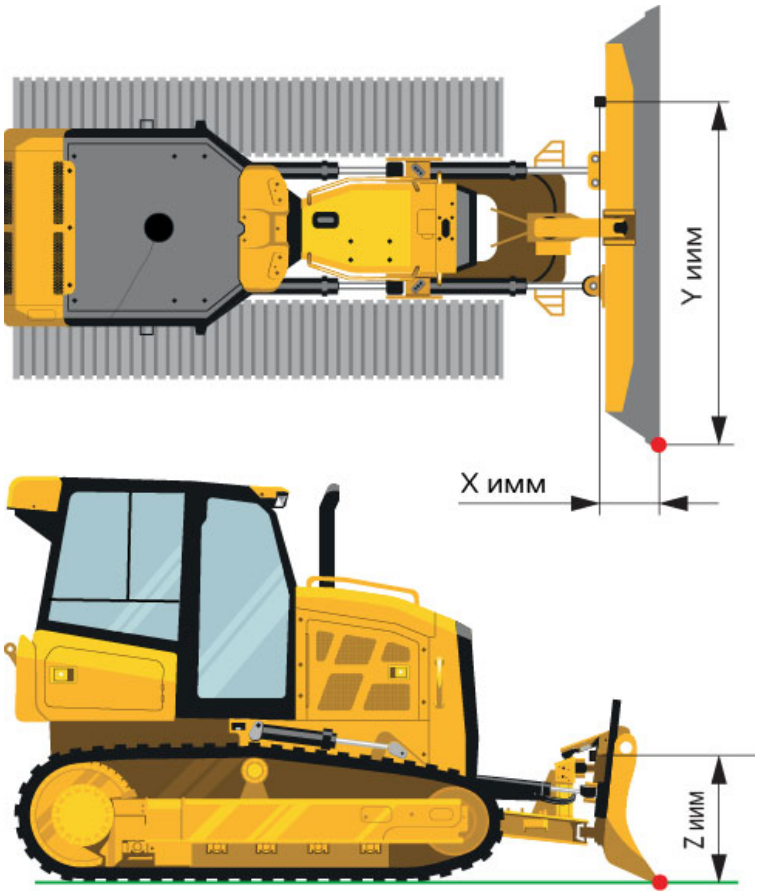
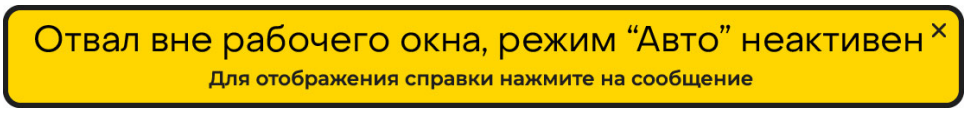


Рисунок 20. Измерения расстояний до начала отсчета ИИМ

19. В диалоге **Рабочее окно** введите значение максимально возможного отклонения отвала (в метрах) от проектной отметки высоты, при котором автоматический режим работы отвала еще будет активным. При превышении заданного значения режим Авто будет неактивен и на главном экране появится сообщение:

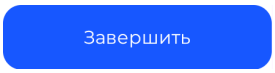


Для активации автоматического режима уменьшите отклонение отвала от проектной отметки.

20. В диалоге **Информация о калибровке** заполните поля *Имя мастера* и *Заметки*. Эта информация и дата создания профиля бульдозера будет хранится в созданном профиле. В этом диалоге вы можете удалить информацию из памяти системы КУБ, полученную при выполнении:
    – Калибровки ИИМ отвала,
    – Калибровки мертвых зон гидравлики,
    – Калибровки пределов отвала,
    – Регулировки коэффициентов усиления гидравлики отвала.

Нажмите кнопку

для продолжения.

21. Для сохранения введенных данных и завершения создания профиля бульдозера нажмите кнопку 

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**.

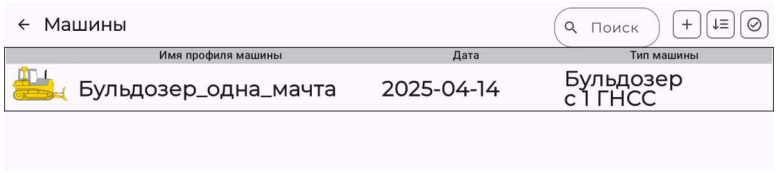
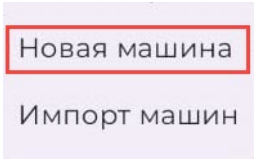
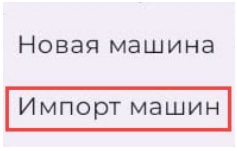


Рисунок 21. Созданный профиль в списке диалога Машины

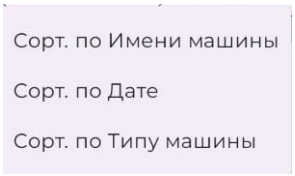
Если список содержит только один профиль машины, то этот профиль всегда будет активным профилем в вашем проекте. Имя активного профиля расположено первым в списке профилей и выделено жирным шрифтом.
Используя иконки в правом верхнем углу диалога **Машины**, вы можете:

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 выпадающем 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: 

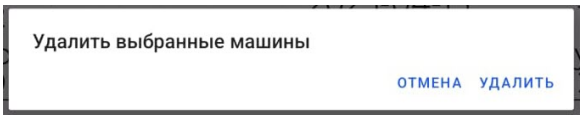
г) активизировать меню выбора. Нажмите иконку меню выбора .
После нажатия:

– в правом верхнем углу диалога появляются иконки:

– открывается возможность выделить один или несколько созданных профилей.

Рисунок 22. Диалог Машины: активирован режим выбора профиля / профилей

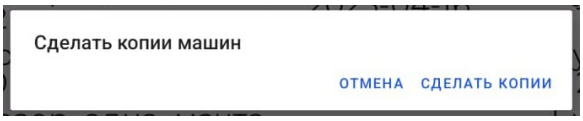
Используя иконки в правом верхнем углу диалога **Машины**, вы можете:

а) удалить выбранный профиль / выбранные профили. Нажмите иконку .
После нажатия на кнопку программа повторно запрашивает об удалении выделенных профилей машин 

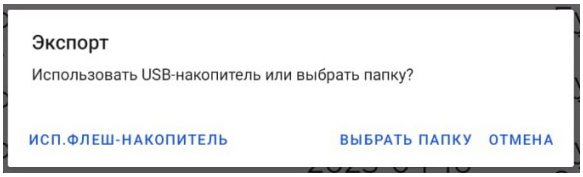
.

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

Информация	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 выделенных профилей создаются копии с именами «*имя_профиля _copyN*» (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.

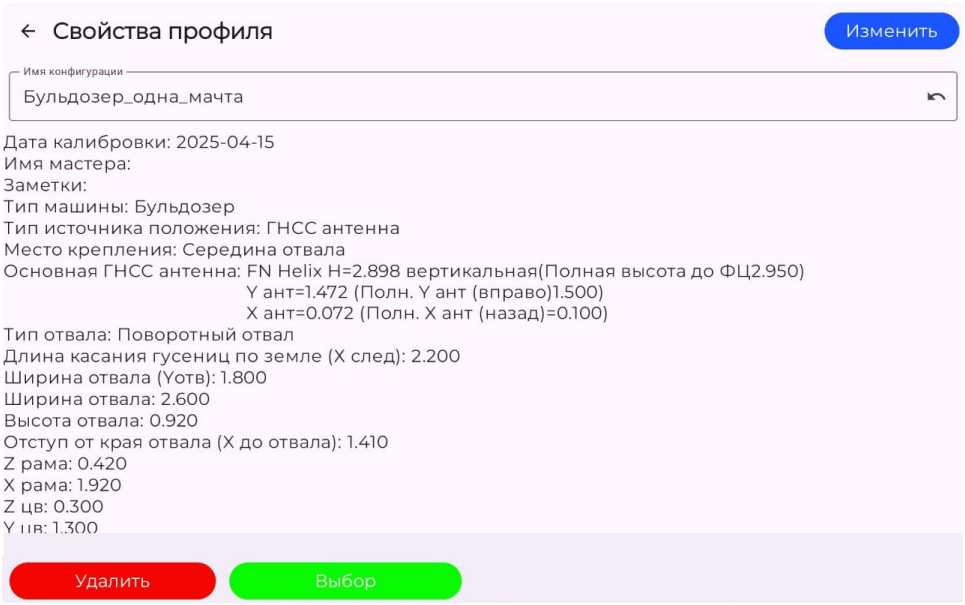


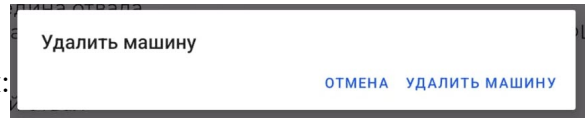
Рисунок 23. Диалог Свойства профиля

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 *режиме сервисного инженера.*

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

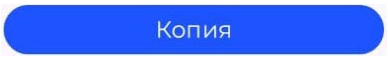
.

Рисунок 24. 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 

.

	Процедура *Переименовать* (изменить имя профиля и удалить профиль со старым именем) доступна только в *режиме сервисного инженера.*

Изменение режима пользователя

По умолчанию, в программном обеспечении КУБ установлен *Стандартный режим пользователя.* В этом режиме закрыт доступ к проведению любого типа калибровок на бульдозере. 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**.

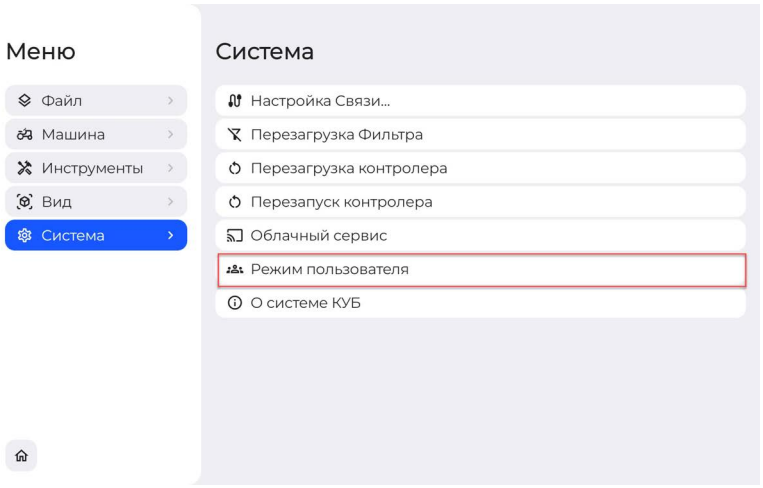


Рисунок 25. Выберите Система > Режим пользователя

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.*

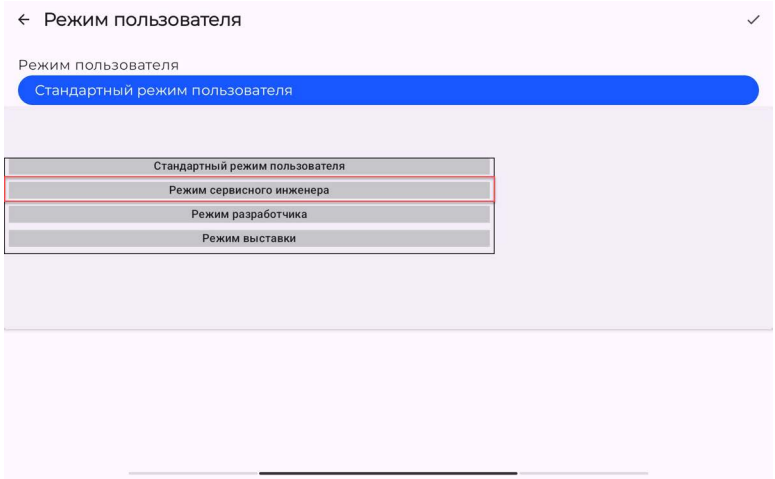


Рисунок 26. Выбор режима пользователя из списка

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.

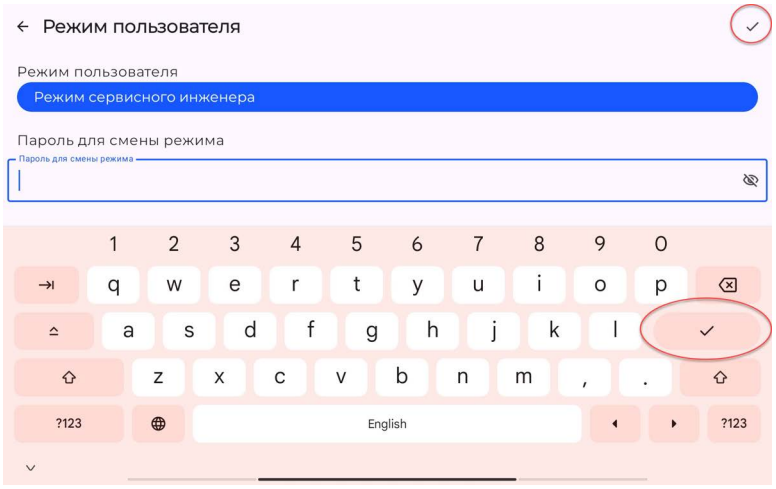


Рисунок 27. Ввод пароля

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

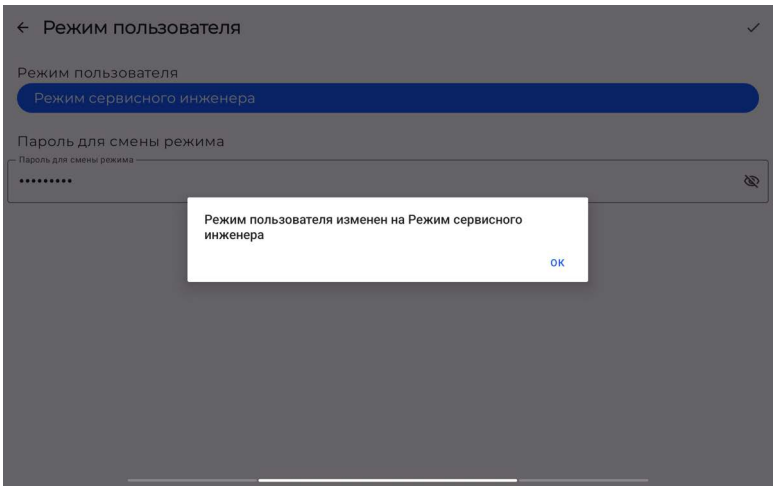


Рисунок 28. Установлен режим сервисного инженера

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

Калибровка ИИМ отвала

После установки *Режима сервисного инженера* открывается доступ для проведения калибровки инерциального измерительного модуля бульдозера. Для калибровки выполните следующие действия:

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

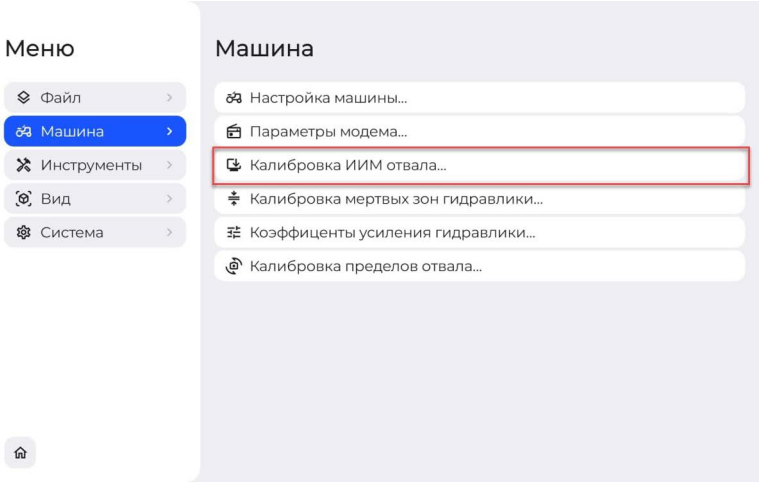


Рисунок 29. Выберите Машина > Калибровка ИИМ отвала

2. Первый диалог мастера *калибровки ИИМ отвала* содержит следующие рекомендации по установке бульдозера:
   а) Установите бульдозер на ровную площадку и опустите отвал на площадку, так чтобы с каждой стороны нижняя крайняя точка отвала лежала на линии гусениц

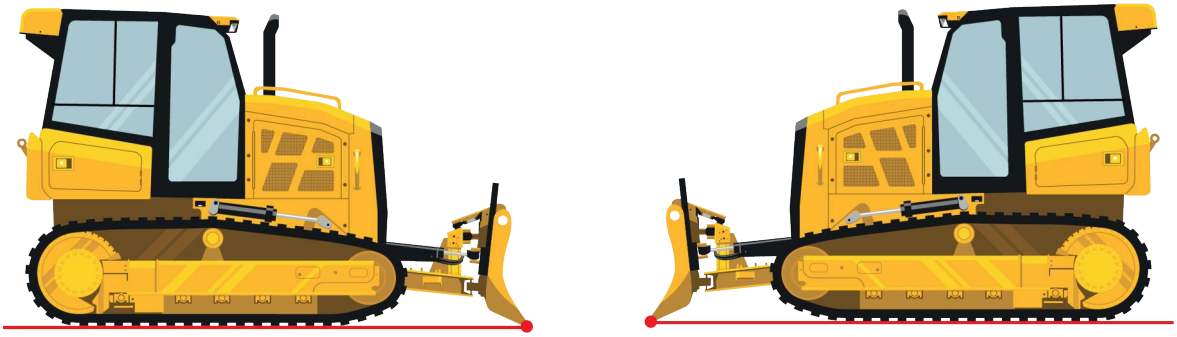


Рисунок 30. Нижняя крайняя точка отвала лежит на линии гусениц

   б) Для бульдозера с **поворотным отвалом**, убедитесь, что отвал бульдозера установлен перпендикулярно продольной оси машины. Для этого проведите измерение вылета штоков левого и правого гидроцилиндров:
   – от крайней точки левого гидроцилиндра до центра оси крепления хвостовика штока к отвалу,

– от крайней точки правого гидроцилиндра до центра оси крепления хвостовика штока к отвалу.

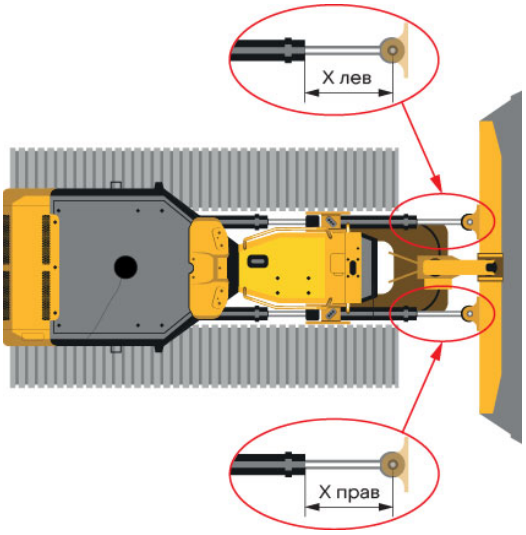


Рисунок 31. Проверка перпендикулярности отвала

Если два измеренных значения равны (Хлев=Хправ), можно продолжать калибровку инерциального модуля отвала.

в) Заглушите двигатель бульдозера.

г) Нажмите кнопку Далее для продолжения калибровки.

3. Во втором диалоге мастера *калибровки ИИМ отвала* необходимо измерить поперечный угол наклона отвала в вертикальной плоскости и ввести измеренное значение в программу. Для этого:

а) приложите цифровой уровень на нижний край отвала и измерьте угол.

Поперечный угол наклона отвала имеет отрицательное значение, если правый угол отвала (со стороны кабины) находится ниже левого угла отвала.

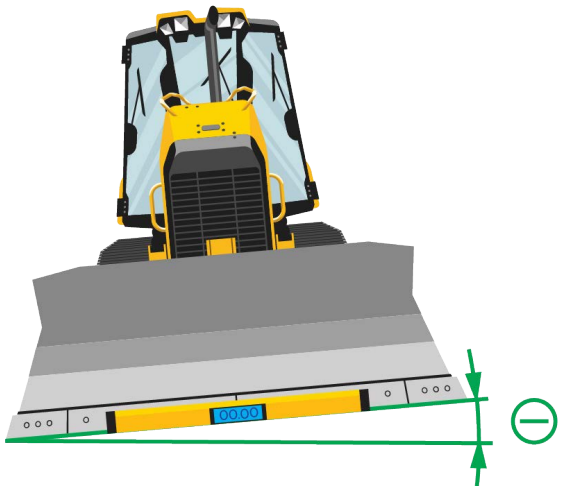


Рисунок 32. Отрицательное значение поперечного угла

Поперечный угол наклона отвала имеет положительное значение, если правый угол отвала (со стороны кабины) находится выше левого угла отвала.

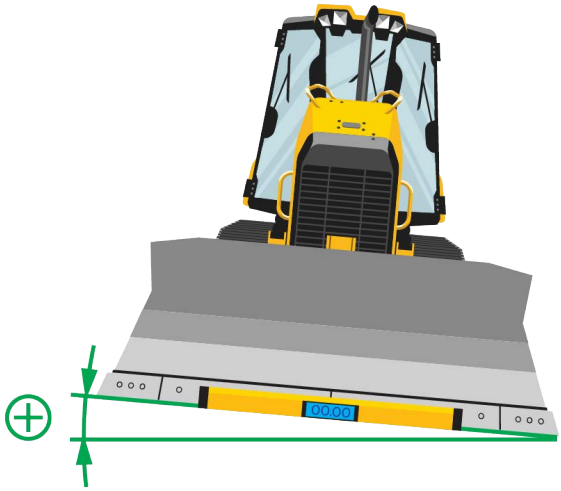


Рисунок 33. Положительное значение поперечного угла

б) Нажатием на кнопку Градусы выберите единицу измерения угловой величины:

Градусы > Промилле > Проценты

в) Введите измеренное значение в поле ***Наклон отвала*** Наклон отвала −1,15° и нажмите на кнопку Установить.

После нажатия на эту кнопку значение в поле ***Поперечный наклон*** будет изменяться и кнопка Далее будет показана на красном фоне.

г) Нажмите кнопку Далее только после того, как текущее значение в поле ***Поперечный наклон*** будет отличаться от измеренного значения на менее, чем на 0,1 градус.

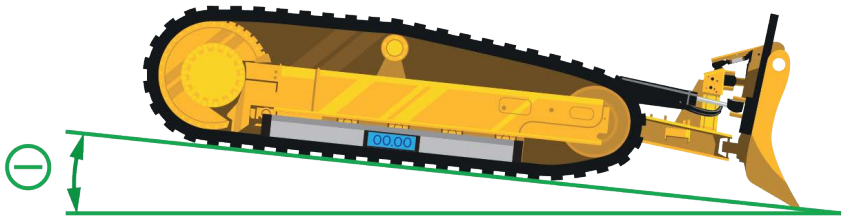
Поперечный наклон: −1,14° Наклон отвала −1,15°

Рисунок 34. Вариант успешной калибровки ИИМ по поперечному углу

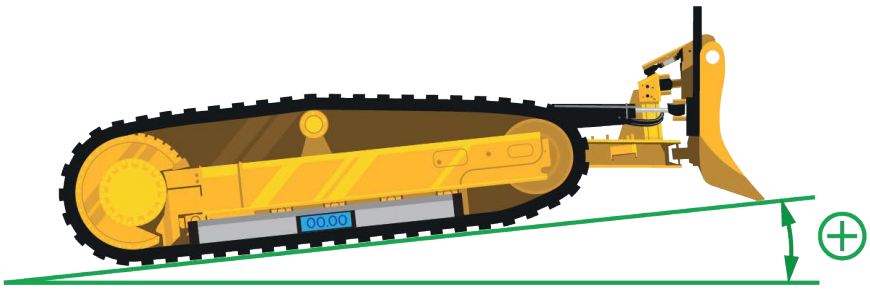
Если через минуту после нажатия на кнопку Установить, различие между текущем и измеренным значением превышает 0,1 градус, повторите выполненные действия, описанные в пунктах **а**, **б**, **в** и **г**.

4. В третьем диалоге мастера *калибровки ИИМ отвала* необходимо измерить продольный угол наклона бульдозера в вертикальной плоскости и ввести измеренное значение в программу. Программа предлагает провести одно измерение вдоль правой гусеницы или выполнить два измерения с обоих сторон бульдозера. Мы рекомендуем производить измерения с обоих сторон бульдозера для повышения точности калибровки ИИМ.
   а) приложите цифровой уровень вдоль правой гусеницы бульдозера и измерьте угол.

б) приложите цифровой уровень вдоль левой гусеницы бульдозера и измерьте угол. Продольный угол наклона бульдозера имеет отрицательный знак для угла спуска:



Продольный угол наклона бульдозера имеет положительный знак для угла подъёма:



б) Нажатием на кнопку Градусы выберите единицу измерения угловой величины:

Градусы > Промилле > Проценты

в) Введите измеренные значения в поле ***Наклон площадки вдоль левой гусеницы*** и в поле ***Наклон площадки вдоль правой гусеницы*** соответственно.

Наклон площадки вдоль левой гусеницы
-2,20°

Наклон площадки вдоль правой гусеницы
-2,40°

Вычислите среднее значение двух измерений (для нашего примера среднее значение угла наклона равно -2,30).

д) Нажмите на кнопку Установить . После нажатия на эту кнопку значения в поле ***Продольный наклон*** будут изменяться и кнопка Далее будет показана на красном фоне.

г) Нажмите кнопку Далее только после того, как текущие значения в поле ***Продольный наклон*** будет отличаться от среднего значения измерений для левой и правой гусеницы на менее, чем на 0,1 градус.

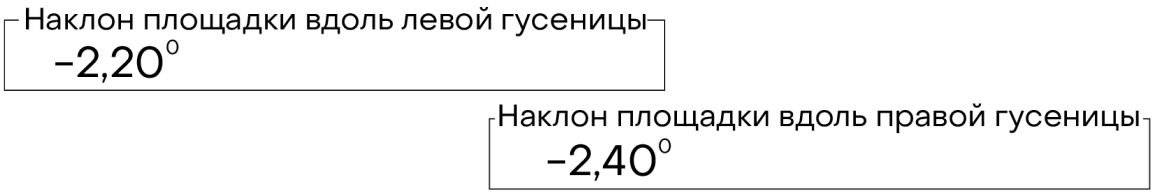
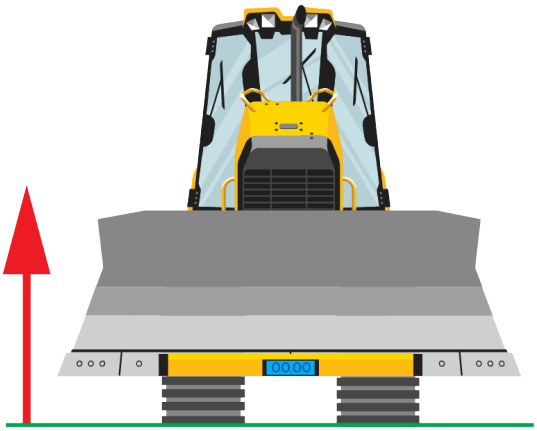


Рисунок 35. Вариант успешной калибровки ИИМ по продольному углу

Если через минуту после нажатия на кнопку Установить, различие между текущем и средним значением превышает 0,1 градус, повторите выполненные действия, описанные в пунктах **а**, **б**, **в** и **г**.

5. В четвёртом диалоге мастера *калибровки ИИМ отвала* необходимо подобрать значение монтажного смещения инерциального модуля по углу курса.
   а) До продолжения калибровки выполните:
   - ***повторное*** измерение поперечного угла наклона отвала в вертикальной плоскости. Для этого приложите цифровой уровень на нижний край отвала и измерьте угол. Если измеренное значение отличается от значения в поле ***Поперечный наклон*** на более, чем 0,1 градус, нажмите на кнопку Назад два раза и выполните ещё раз все действия, описанные во втором диалоге.
   - для бульдозера с **поворотным отвалом**, ***повторно*** убедитесь, что отвал бульдозера установлен перпендикулярно продольной оси машины. Для этого выполните действия описанные на стр. 22 .

   б) Заведите двигатель бульдозера и поднимите отвал вверх на максимально возможную высоту и выключите двигатель.
   в) Приложите цифровой уровень на нижний край отвала и измерьте значение поперечного угла наклона отвала в вертикальной плоскости (используйте правило присвоение знака, описанное на стр. 22).



г) Нажатием на кнопку Градусы выберите единицу измерения угловой величины:

Градусы > Промилле > Проценты

д) Используя кнопки + и - в поле ***Монтажное смещение курса*** установите измеренное значение в поле ***Поперечный наклон*** с учётом знака.

Рисунок 36. Установка значения в поле Поперечный наклон

е) Заведите двигатель бульдозера и опустите отвал на площадку. Заглушите двигатель.

ж) Приложите цифровой уровень на нижний край отвала и измерьте значение поперечного угла наклона отвала в вертикальной плоскости.

з) Если различие между значением в поле ***Поперечный наклон*** и измеренным значением не превышает 0,1 градус, то калибровка инерциального модуля выполнена успешно.

Нажмите кнопку Далее для закрытия мастера *калибровки ИИМ отвала*.

6. Если различие между значением в поле ***Поперечный наклон*** и измеренным значением превышает 0,1 градус, то калибровка инерциального модуля выполнена не корректно.

Нажмите на кнопку Назад два раза и выполните еще раз **все действия** по калибровке ИИМ. Как правило, при проведении повторной калибровки, различия между измеренными значениями и значениями, которые показываются программой, будут меньше, чем при выполнении предыдущей калибровки.

Калибровка предельных углов отвала

Данный вид калибровки выполняется для одномачтового и двух мачтового варианта системы КУБ, установленного на бульдозере с поворотным отвалом.
После установки *Режима сервисного инженера* открывается доступ для проведения калибровки углов отвала. Для калибровки выполните следующие действия:

1. В **Меню** программы выберите **Машина > Калибровка пределов отвала**.

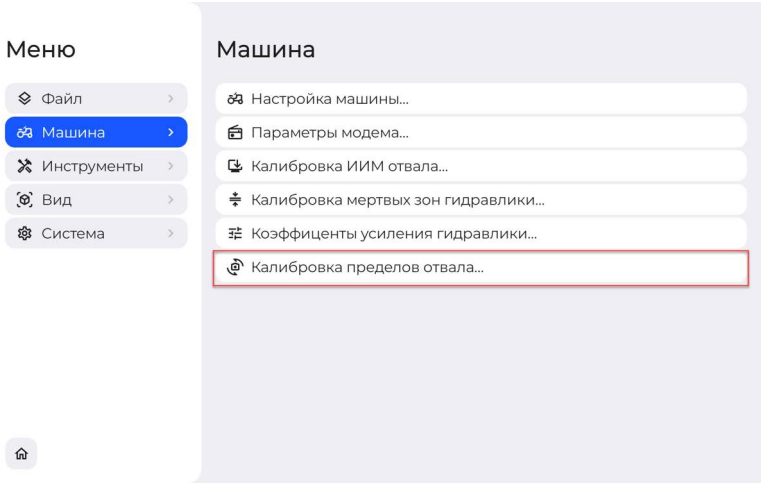


Рисунок 37. Выберите Машина > Калибровка пределов отвалов

2. Первый диалог (1)мастера *калибровки предельных углов отвала* содержит следующие рекомендации по установке бульдозера:
   а) Установите бульдозер на ровную площадку и убедитесь, что отвал бульдозера установлен перпендикулярно продольной оси машины. Для этого проведите измерение вылета штоков левого и правого гидроцилиндров:
      – от крайней точки левого гидроцилиндра до центра оси крепления хвостовика штока к отвалу,
      – от крайней точки правого гидроцилиндра до центра оси крепления хвостовика штока к отвалу.

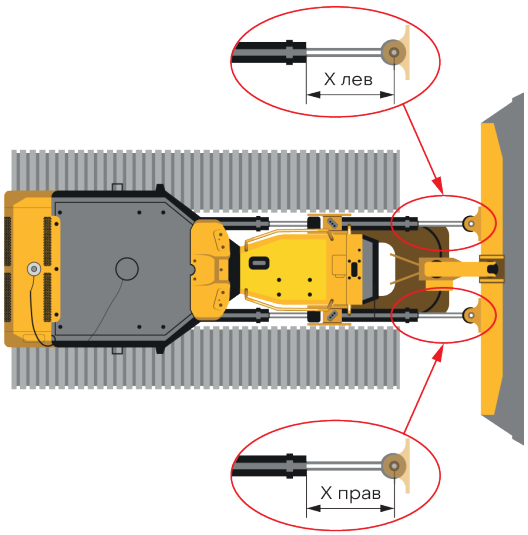


Рисунок 38. Проверка перпендикулярности отвала

Если два измеренных значения равны (Хлев=Хправ), можно продолжать калибровку предельных углов отвала.
в) Поднимите отвал бульдозера на 10 -15 см от площадки.

Нажмите кнопку Далее для продолжения калибровки.

3. Во втором диалоге (2) необходимо повернуть отвал до упора влево.

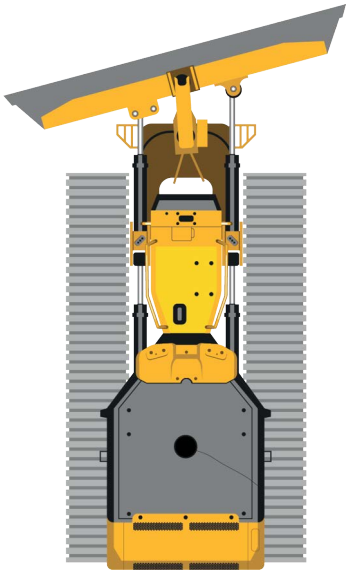
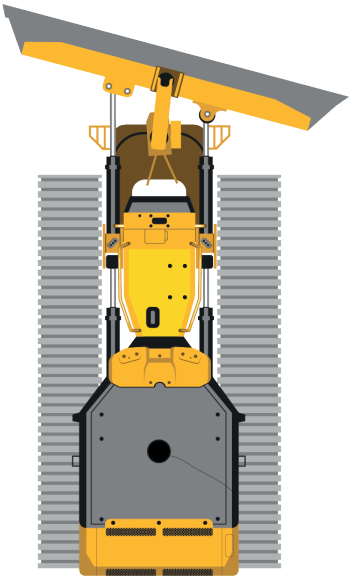


Рисунок 39. Поворот отвала до упора влево

4. Нажмите кнопку Далее для сохранения предельного значения угла влево и для продолжения калибровки.

5. В третьем диалоге (3) необходимо повернуть отвал до упора вправо.



Нажмите кнопку Далее для сохранения предельного значения угла вправо и для продолжения калибровки.

6. В четвертом диалоге (4) поля **Левый предел** и **Правый предел** показывают значения предельных углов поворота отвала. Вы можете отредактировать эти значения.

Рисунок 40. Значения предельных углов отвала

7. Нажмите кнопку Завершить для сохранения измеренных (или введенных) значений и для окончания калибровки.

Калибровка мертвых зон гидравлики

До проведения калибровки мертвых зон гидравлики заведите бульдозер и убедись, что:

– Масло гидравлической системы прогрето до рабочей температуры,
– Бульдозер установлен на плоскую площадку,
– Установлена рабочая частота вращения коленчатого вала двигателя,
– Для бульдозера с поворотным отвалом: отвал бульдозера установлен перпендикулярно продольной оси машины,
– Отвал поднят на 25-30 см от площадки для обеспечения беспрепятственного хода отвала при проведении калибровки.

Включите панель управления системы и убедитесь, что выбран *Режима сервисного инженера*. Только в этом режиме открывается доступ для проведения калибровки мертвых зон гидравлики.

Для калибровки выполните следующие действия:

1. В **Меню** программы выберите **Машина > Калибровка мертвых зон гидравлики**.

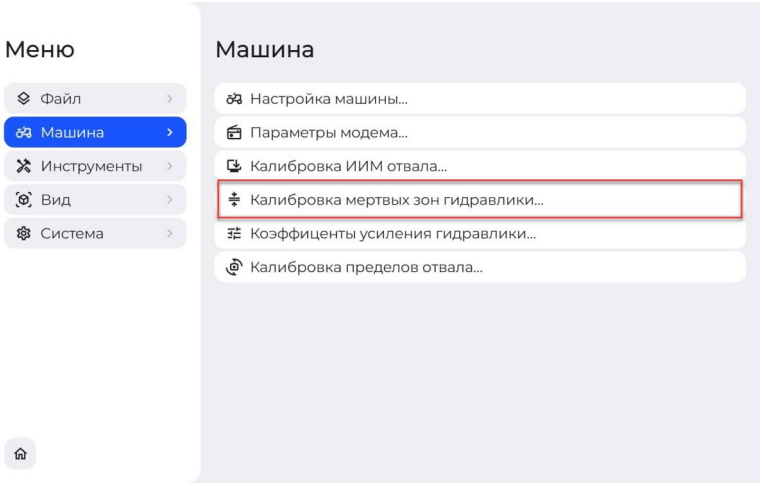


Рисунок 41. Выберите Машина > Калибровка гидравлики отвала

2. Первый диалог *Мастер калибровки гидравлики отвала* содержит информацию о профиле машины, состоянии переключателя режимов отвала и краткое описание действий, которые необходимо выполнить.
   – Снимите блокировку гидравлических каналов отвала бульдозера, используя органы управления на панели бульдозера,
   – Установите переключатель режимов отвала в положение **Авто** для управления отвалом от внешнего устройства (в нашем случае: ПО КУБ будет управлять отвалом).

   Переключатель авто будет иметь статус *авто*:

	При выполнении калибровки мертвых зон гидравлики переключатель режимов отвала должен находиться ВСЕГДА в положении **Авто.** При установке переключателя режимов отвала в положение **Ручной** процедура калибровки гидравлики бульдозера будет остановлена.

Рисунок 42. Мастер калибровки отвала, диалог 1

3. Нажмите кнопку

.
4. Второй диалог *Мастер калибровки гидравлики отвала* используется для калибровки канала подъема и опускания отвала.

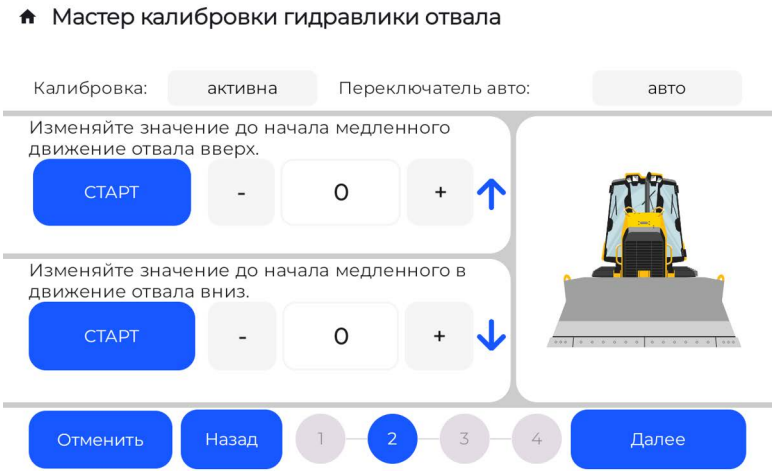


Рисунок 43. Мастер калибровки гидравлики отвала: диалог №2

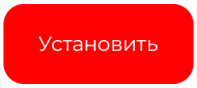
5. Для старта калибровки **канала подъема** отвала нажмите кнопку

на верхней панели диалога. После нажатия на эту кнопку:

– управляющие кнопки

и

станут доступны в этой панели,

– кнопка будет переименована в 

,

– управляющие кнопки в нижней панели диалога будут недоступны.

Используя управляющие кнопки, выполните следующие действия:

– Если отвал бульдозера находится в движении, используя активные кнопки + и - остановите движение отвала;

– Однократными нажатиями на кнопку + добейтесь медленного подъема отвала вверх.

Рисунок 44. Калибровка канала подъема отвала

Нажатие на кнопку Установить :

– завершает калибровку канала подъема отвала,
– сохраняет значение коэффициента смещения во внутренней памяти программы,
– разрешает проведение калибровки или перекалибровки любого канала.

Информация	*Мастер калибровки* позволяет начать калибровку **любого** из вышеперечисленных каналов. После старта калибровки какого-либо канала, калибровка других каналов будет невозможна до нажатия на кнопку Установить на калибруемом в данный момент канале.

6. Для старта калибровки **канала опускания** отвала нажмите кнопку СТАРТ на нижней панели диалога. После нажатия на эту кнопку:

– управляющие кнопки + и - станут доступны в этой панели,

– кнопка будет переименована в Установить ,

– управляющие кнопки в верхней панели диалога будут недоступны.

Используя управляющие кнопки, выполните следующие действия:

– Если отвал бульдозера находится в движении, используя активные кнопки - и + остановите движение отвала;

– Однократными нажатиями на кнопку - добейтесь медленного опускания отвала вниз.

Рисунок 45. Калибровка канала опускания отвала

Нажатие на кнопку Установить :

– завершает калибровку канала опускания отвала,
– сохраняет значение коэффициента смещения во внутренней памяти программы,
– разрешает проведение калибровки или перекалибровки любого канала.

7. Нажмите кнопку Далее .

Третий диалог *Мастер калибровки гидравлики отвала* используется для калибровки канала перекоса отвала по часовой стрелке и канала перекоса отвала против часовой стрелки.

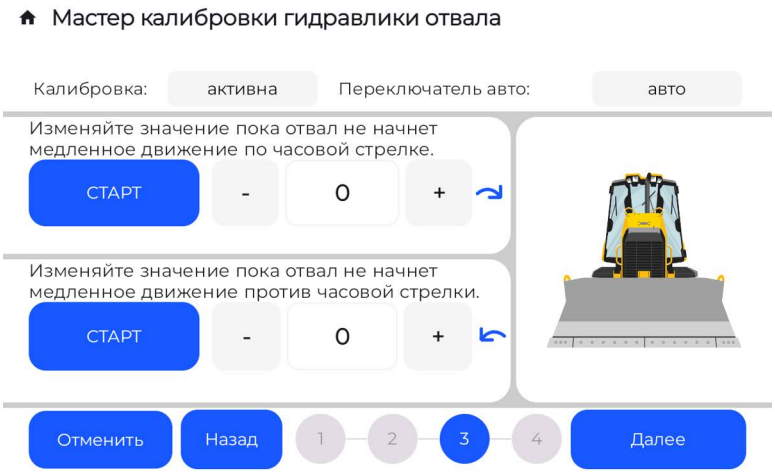


Рисунок 46. Мастер калибровки отвала: диалог №3

8. Для старта калибровки **канала перекоса отвала по часовой стрелке** нажмите кнопку СТАРТ на верхней панели диалога. После нажатия на эту кнопку:

– управляющие кнопки - и + станут доступны в этой панели,

– кнопка будет переименована в Установить,

– управляющие кнопки в нижней панели диалога будут недоступны.

Используя управляющие кнопки, выполните следующие действия:

– Если отвал бульдозера находится в движении, используя активные кнопки - и + остановите движение отвала,

– Однократными нажатиями на кнопку + добейтесь медленного вращения отвала по часовой стрелке.

Рисунок 47. Калибровки канала перекоса отвала по часовой стрелке

Нажатие на кнопку Установить:

– завершает калибровку канала перекоса отвала по часовой стрелке,
– сохраняет значение коэффициента смещения во внутренней памяти программы,
– разрешает проведение калибровки или перекалибровки любого канала.

9. Для старта калибровки **канала перекоса отвала против часовой стрелки** нажмите кнопку СТАРТ на нижней панели диалога. После нажатия на эту кнопку:

– управляющие кнопки + и - станут доступны в этой панели,

– кнопка будет переименована в Установить,

– управляющие кнопки в верхней панели диалога будут недоступны.

Используя управляющие кнопки, выполните следующие действия:

– Если отвал бульдозера находится в движении, используя активные кнопки - и + остановите движение отвала;

– Однократными нажатиями на кнопку - добейтесь медленного вращения отвала против часовой стрелки.

Рисунок 48. Калибровки канала перекоса отвала против часовой стрелки

Нажатие на кнопку Установить **:**

– завершает калибровку канала перекоса отвала против часовой стрелки,
– сохраняет значение коэффициента смещения во внутренней памяти программы,
– разрешает проведение калибровки или перекалибровки любого канала.

10. Нажмите кнопку Далее .

Четвертый диалог *Мастер калибровки гидравлики отвала* используется для завершения процедуры калибровки гидравлики бульдозера.
Если все каналы гидравлики бульдозера калиброваны и необходимо полностью завершить процедуру калибровки, установите переключатель режимов отвала в положение **ручной** для управления отвалом органами управления бульдозера и опустите отвал.

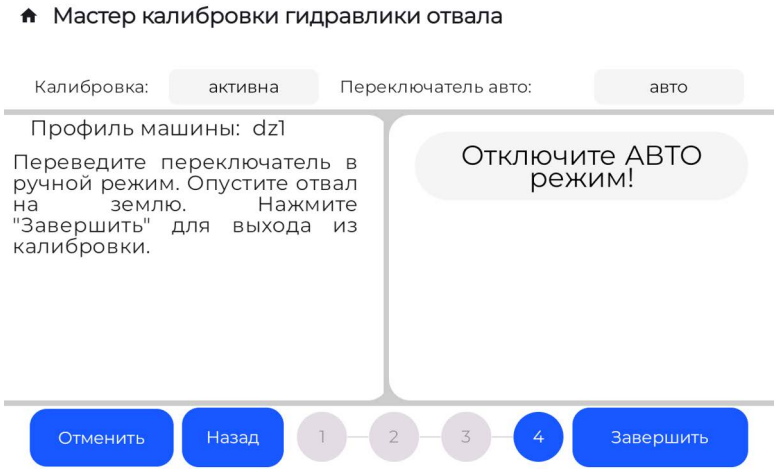


Рисунок 49. Мастер калибровки отвала: диалог№4

После установки переключателя режимов отвала в положение **ручной**, программа анализирует статус *Переключатель авто* и завершает процедуру калибровки:

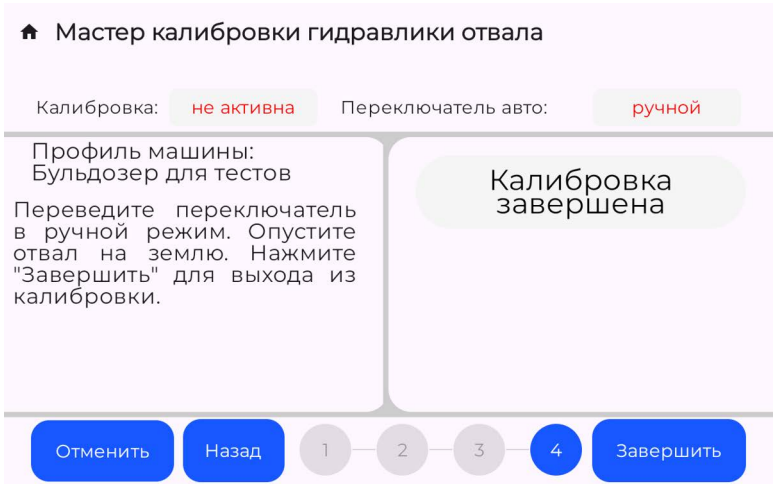
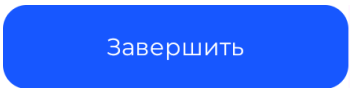


Рисунок 50. Калибровка мертвых зон завершена

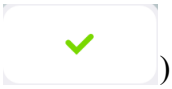
Нажмите кнопку 

для завершения процедуры калибровки мертвых зон отвала и для перехода к диалогу *Коэффициенты усиления гидравлики отвала*.

Коэффициенты усиления гидравлики отвала

До регулировки коэффициентов усиления гидравлики заведите двигатель бульдозера.

1. Убедитесь, что:
   – Масло гидравлической системы прогрето до рабочей температуры,
   – Бульдозер установлен на плоскую площадку,
   – Установлена рабочая частота вращения коленчатого вала двигателя,
   – Отвал поднят на 25-30 см от площадки для обеспечения беспрепятственного хода отвала при изменении коэффициентов усиления.
2. Включите панель управления системы и убедитесь, что:
   – что индикатор навигационного решения в главном окне ПО КУБ имеет статус фиксированного решения

,
   – отсутствуют ошибки в системе инерциального измерительного модуля (индикатор состояния ИИМ имеет статус),
   – система проинициализирована и готова к работе (индикатор состояния системы имеет статус ).
3. Для регулировки коэффициентов усиления гидравлики необходимо иметь проект с созданной или загруженной системой координат. Если проект с системой координат уже создан, откройте этот проект и выполните пункты, начиная с пункта 5 на стр. 38.
4. Если проект не создан, то его необходимо создать и выбрать систему координат проекта. Для этого:

   а) В главном окне нажмите любую из двух кнопок (или) для открытия **Меню** программы.

   б) В **Меню** программы выберите **Файл > Проекты**.

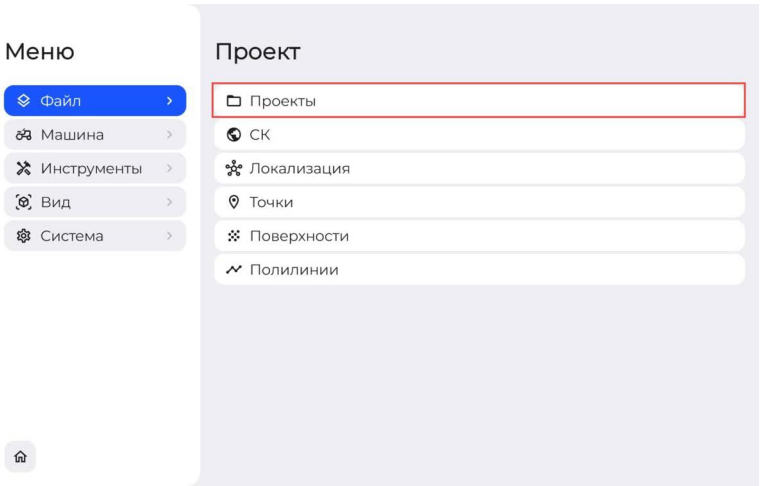


Рисунок 51. Выберите Файл > Проекты

в) Для создания нового проекта в диалоге **Проекты** нажмите иконку и в выпадающем списке выберите *Новый проект*:

Рисунок 52. Выберите Новый проект

г) Введите имя проекта в поле ***Имя проекта***, нажмите на кнопку в поле ***Система координат проекта*** и в выпадающем списке выберите *Локальная СК по текущей точке*

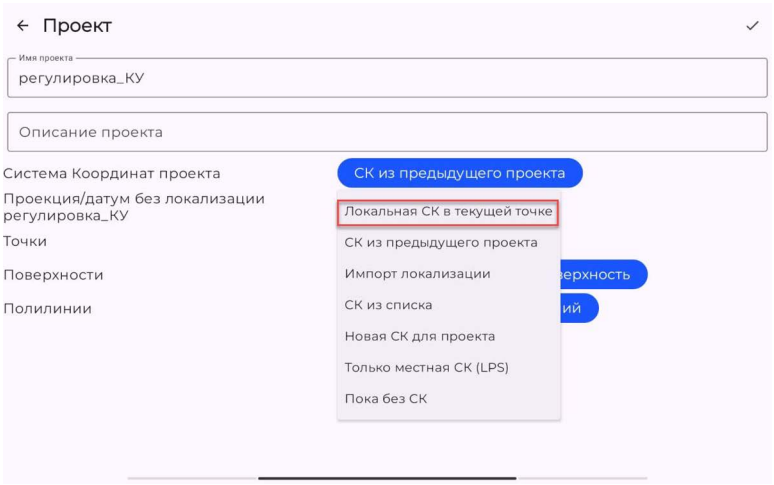


Рисунок 53. Выберите Локальная СК по текущей точке

д) В правом верхнем углу диалога **Проект** нажмите для сохранения проекта в программе. После нажатия на иконку, открывается диалог **Поверхности**.

5. Для создания новой поверхности в диалоге **Поверхность** нажмите иконку и в выпадающем списке выберите *Новая плоская поверхность*:

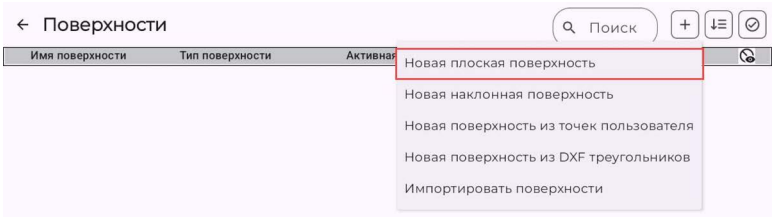


Рисунок 54. Выберите Новая плоская поверхность

а) Введите имя поверхности в соответствующее поле и в правом верхнем углу диалога **Поверхность** нажмите для сохранения поверхности в программе.

Рисунок 55. Создание новой поверхности

б) Далее программа предложит сделать созданную поверхность активной для вашего проекта. Нажмите **СДЕЛАТЬ АКТИВНОЙ**.

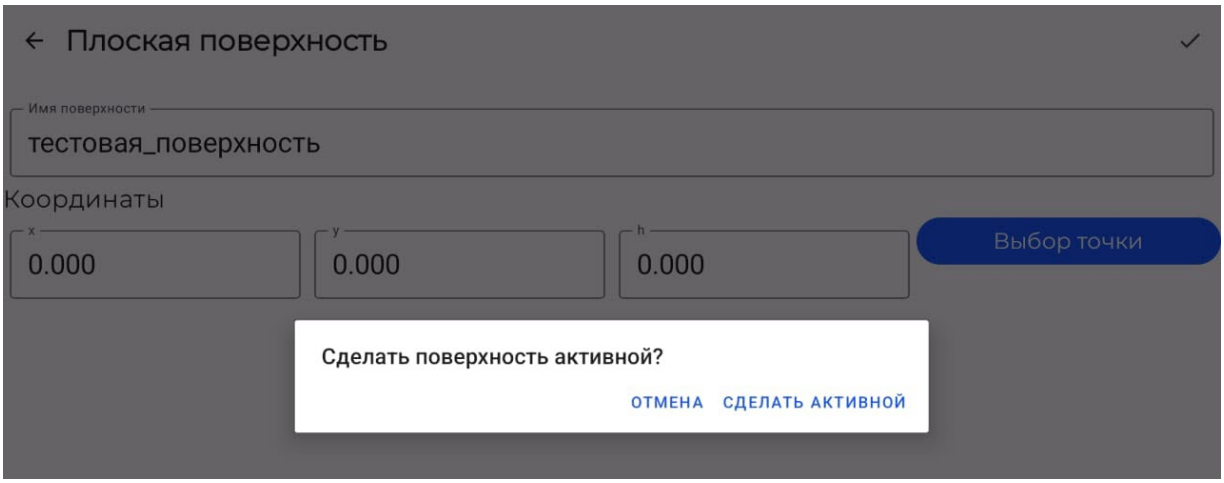
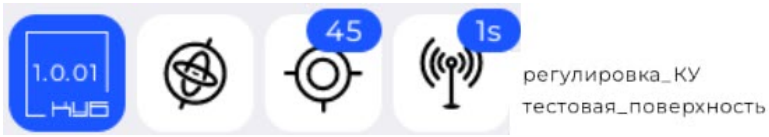


Рисунок 56. Выбор активной поверхности проекта

в) Нажмите в левом верхнем углу для закрытия диалога.

На главном окне будет показано имя текущего проекта и имя активной поверхности:



г) Ранее отвал бульдозера был поднят на высоту около 30 см. Необходимо установить это значение высоты для плоской поверхности проекта. Для этого:

– нажмите на кнопку (смещение высоты) на главном меню,

– в открывшемся диалоге **Управление высотой** нажмите на кнопку . После нажатия на эту кнопку программа «поднимет» плоскую проекцию с нулевой высоты до высоты средней точки отвала (в нашем случае 0, 244 метра).

– нажмите на для закрытия диалога **Управления высотой**.

Информация	При включении автоматического режима управления отвалом система КУБ будет устанавливать отвал из любого произвольного положения в положение с отметкой 0, 244 метра.

После установки *Режима сервисного инженера* открывается доступ для проведения регулирования коэффициентов гидравлики отвала. Для калибровки выполните следующие действия:

6. В **Меню** программы выберите **Машина > Коэффициенты усиления гидравлики**.

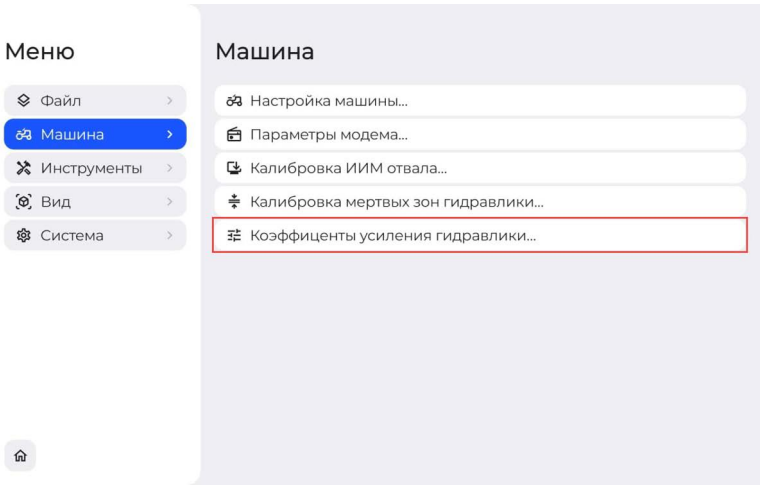


Рисунок 57. Выберите Машины > Коэффициент усиления гидравлики

Диалог содержит таблицу с коэффициентами усиления для подъема и опускания отвала и коэффициенты усиления наклона отвала по часовой и против часовой стрелки

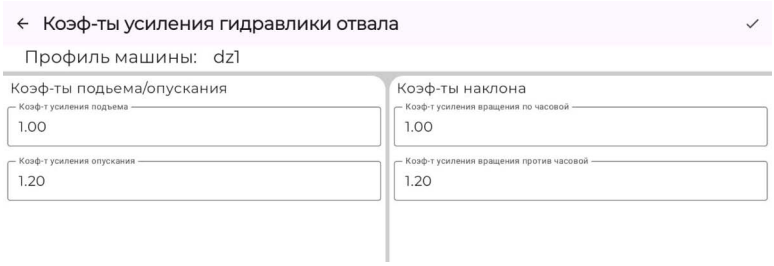


Рисунок 58. Таблица коэффициентов усиления

7. Не изменяя значение коэффициента в поле ***Коэф-т усиления подъема***, выполните следующие действия:
   а) включите ручное управление отвалом,
   б) опустите отвал на площадку,
   в) включите автоматический режим управления отвалом.
   Оцените скорость подъема отвала с единичным значением коэффициента усиления.
   г) введите любое значение (больше, чем 1) в поле ***Коэф-т усиления подъема*** и повторите действия, описанные в пунктах а, б, в.
   Оцените скорость подъема отвала с новым значением коэффициента усиления. Как правило, скорость подъема отвала должна увеличиваться с увеличением коэффициента усиления подъема.
   Повторяя действия, описанные в пунктах а, б, в для разных значений коэффициентов усиления выберите такое значение коэффициента, при котором:
   – отвал будет подниматься до установленной отметки максимально быстро, по сравнению с подъемом при единичном значении коэффициента усиления,
   – отвал будет останавливаться строго на отметке, не будет «перепрыгивать» значение отметки, а потом опускаться до уровня отметки,
   – скорость подъема отвала примерно равна скорости опускания отвала.
   д) введите выбранное значение в поле ***Коэф-т усиления подъема.***
8. Не изменяя значение коэффициента в поле ***Коэф-т усиления опускания***, выполните следующие действия:
   а) включите ручное управление отвалом,
   б) поднимите отвал на высоту около 60 см,

в) включите автоматический режим управления отвалом,

Оцените скорость опускания отвала с единичным значением коэффициента усиления.

г) введите любое значение (больше, чем 1) в поле ***Коэф-т усиления опускания*** и повторите действия, описанные в пунктах а, б, в.

Оцените скорость опускания отвала с новым значением коэффициента усиления. Как правило, скорость опускания отвала должна увеличиваться с увеличением коэффициента усиления опускания.

Повторяя действия, описанные в пунктах а, б, в для разных значений коэффициентов усиления выберите такое значение коэффициента, при котором:

– отвал будет опускаться до установленной отметки максимально быстро, по сравнению с опусканием при единичном значении коэффициента усиления,
– отвал будет останавливаться строго на отметке, не будет «падать» ниже значения отметки, а потом подниматься до уровня отметки,
– скорость опускания отвала примерно равна скорости подъема отвала.

д) введите выбранное значение в поле ***Коэф-т усиления опускания.***

9. Не изменяя значение коэффициента в поле ***Коэф-т усиления вращения по часовой***, выполните следующие действия:

а) включите автоматический режим управления отвалом для установки отвала на отметке 0, 244 метра,
б) включите ручное управление отвалом,
в) поверните отвал против часовой стрелки (со стороны кабины) на 5-6 градусов,
г) включите автоматический режим управления отвалом.

Оцените скорость вращения отвала по часовой стрелке с единичным значением коэффициента усиления.

г) введите любое значение (больше, чем 1) в поле ***Коэф-т усиления вращения по часовой*** и повторите действия, описанные в пунктах а, б, в.

Оцените скорость вращения отвала по часовой стрелке с новым значением коэффициента усиления. Как правило, скорость вращения отвала должна увеличиваться с увеличением коэффициента усиления вращения.

Повторяя действия, описанные в пунктах а, б, в для разных значений коэффициентов усиления выберите такое значение коэффициента, при котором:

– отвал будет вращаться по часовой стрелке до установленной отметки максимально быстро, по сравнению с вращением при единичном значении коэффициента усиления,
– отвал будет вращаться строго по прямой до установленной отметки (не будет совершать волнообразных движений при вращении),
– отвал остановится строго на отметке, не будет «падать» ниже значения отметки, а потом поднимится до уровня отметки,
– скорость вращения отвала по часовой стрелке примерно равна скорости поворота отвала против часовой стрелке.

д) введите выбранное значение в поле ***Коэф-т усиления усиления вращения по часовой.***

10. Не изменяя значение коэффициента в поле ***Коэф-т усиления вращения против часовой***, выполните следующие действия:

а) включите автоматический режим управления отвалом для установки отвала на отметке 0, 244 метра,
б) включите ручное управление отвалом,
в) поверните отвал по часовой стрелке (со стороны кабины) на 5-6 градусов,
г) включите автоматический режим управления отвалом.

Оцените скорость вращения отвала против часовой стрелки с единичным значением коэффициента усиления.

г) введите любое значение (больше, чем 1) в поле ***Коэф-т усиления вращения против часовой стрелке*** и повторите действия, описанные в пунктах а, б, в.

Оцените скорость вращения отвала против часовой стрелке с новым значением коэффициента усиления. Как правило, скорость вращения отвала должна увеличиваться с увеличением коэффициента усиления вращения.

Повторяя действия, описанные в пунктах а, б, в для разных значений коэффициентов усиления выберите такое значение коэффициента, при котором:

– отвал будет вращаться против часовой стрелки до установленной отметки максимально быстро, по сравнению с вращением при единичном значении коэффициента усиления,
– отвал будет вращаться строго по прямой до установленной отметки (не будет совершать волнообразных движений при вращении),
– отвал остановится строго на отметке, не будет «падать» ниже значения отметки, а потом поднимится до уровня отметки,
– скорость вращения отвала против часовой стрелке примерно равна скорости поворота отвала по часовой стрелке.

д) введите выбранное значение в поле ***Коэф-т усиления вращения против часовой стрелке.***

В правом верхнем углу диалога **Коэф-т усиления гидравлики отвала** нажмите

для сохранения введенных значений и окончания регулировки коэффициентов усиления..

	Описанная выше методика регулировки коэффициентов усиления гидравлики, выполняется на весу отвала, и не учитывает особенностей нагрузки грунта на отвал. Полученные коэффициенты нужно использовать как ПЕРВИЧНЫЕ значения. Точная настройка гидравлики отвала проводится при выполнении тестовых заездов на том типе грунта, на котором система КУБ будет эксплуатироваться.

Схема подключение элементов

На рис рис. 59 представлена электрическая схема подключения элементов одномачтовой системы КУБ, установленной на бульдозере.

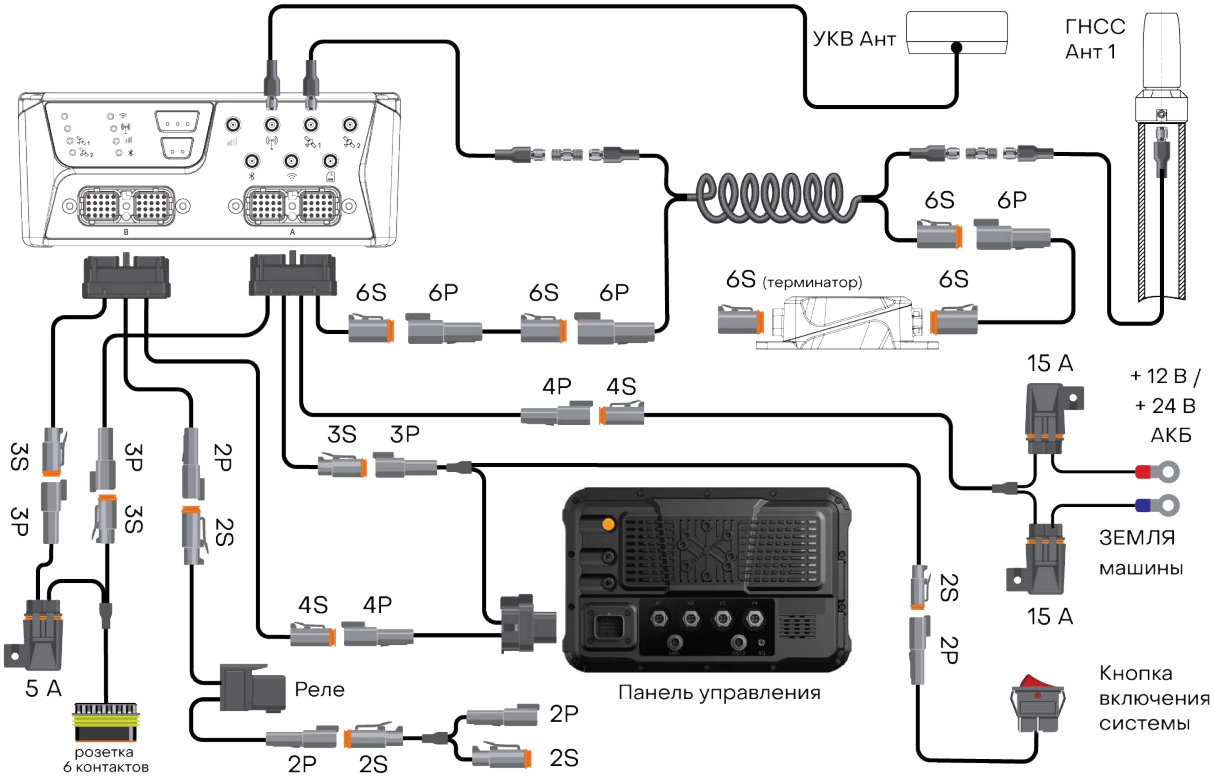


Рисунок 59. Схема подключения элементов системы КУБ