

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНИЧЕСКОМУ
ОБЕСПЕЧЕНИЮ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА»
(ФГБНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ»)
НОВОКУБАНСКИЙ ФИЛИАЛ ФГБНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ»
(КубНИИТиМ)

УДК 631.3631312/317.05 (047.31)
Рег. № НИОКТР АААА-А19-119040990054-0

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора
ФГБНУ «Росинформагротех»,
канд. юрид. наук

П.А. Подьяблонский

« 14 » декабря 2019 г.



ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**Исследование и разработка технического средства для измерения
глубины обработки почвы**

по теме: 2.2.9 Проведение исследований и разработка инновационных
методов и средств метрологического обеспечения создания
конкурентоспособных технологий в растениеводстве

2.2.9.1 Проведение исследований и разработка технического средства для
измерения глубины обработки почвы при определении функциональных
показателей сельскохозяйственной техники

Директор КубНИИТиМ

Руководитель темы,
зав. лабораторией, канд. техн. наук



М.И. Потапкин

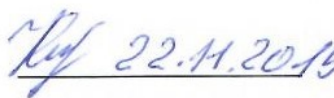
В.Е. Таркинский

Новокубанск 2019

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Отв. исполнители:


Зав. лабораторией, ведущий
науч. сотр.,
д-р. техн. наук

 22.11.2019 И.М. Киреев
(реферат, введение,
раздел 1, 2, заключение,
приложение Б, В)


зав. лабораторией,
канд. техн. наук

 22.11.2019 В.Е. Таркивский
(раздел 2.)

Ученый секретарь


 22.11.2019 В.О. Марченко
(раздел 1, 2)

Гл. науч. сотр.,
канд. техн. наук


 22.11.2019 З.М. Коваль
(введение, раздел 1, 2,
приложение А, Б, В, Г)

Исполнители:


Зав. сектором,
гл. науч. сотр.,
канд. техн. наук

 22.11.2019 Н.В. Трубицын
(раздел 2)


Научн. сотр.

 22.11.2019 А.В. Лютый
(раздел 2)

Инженер 1 категории

 22.11.2019 М.А. Белик
(раздел 2, приложение В, Г)

Инженер

 22.11.2019 Ф.А. Зимин
(раздел 1, 2, приложение Г)

Нормоконтроль

 22.11.2019 В.О. Марченко

РЕФЕРАТ

Отчет 54 с., 35 рис., 7 табл., 36 источн., 4 прил.

ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ТЕХНОЛОГИЯ, ДАТЧИК, ПАРАМЕТРЫ, ПОЧВА, РЕГИСТРАЦИЯ, ГЛУБИНА ПОГРУЖЕНИЯ, ГЛУБИНА ХОДА, ГЛУБИНА ОБРАБОТКИ, УГОЛ, ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ МАШИНА,

Объектом исследований является процесс регистрации беспроводной электронной системой измерений глубины погружения в почву рабочих органов почвообрабатывающих машин измерительным средством при определении функциональных показателей в соответствии с межгосударственными стандартами.

Цель работы - разработка технического средства с беспроводной электронной системой для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники.

Метод проведения работы – экспериментальные исследования технологии измерения техническим средством с беспроводной электронной системой глубины погружения в почву рабочих органов почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники для определения их функциональных показателей.

Результаты исследований – определены параметры и разработана схема беспроводной электронной системы регистрации временных промежутков импульсов, поступающих от датчика угла технического средства и определения глубины погружения рабочих органов в почву в технологическом процессе обработки почвы. Разработана методика и проведены лабораторные и полевые исследования по определению функциональных показателей почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники.

Новизна исследований – разработано техническое средство с беспроводной электронной системой для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники.

Область применения – МИС Минсельхоза России, НИИ и конструкторские организации, занимающиеся исследованием, разработкой и испытанием почвообрабатывающих машин и орудий, производители растениеводческой продукции.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Выбор направления исследований.....	10
2 Экспериментальные исследования.....	14
2.1 Описание конструкции технического средства ИП–297 для измерения глубины обработки почвы.....	14
2.2 Механические элементы технического средства ИП–297 для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей техники.....	17
2.3 Электронные элементы технического средства ИП–297 для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей техники.....	19
2.4 Лабораторные и лабораторно-полевые исследования определения глубины погружения рабочих органов в почву почвообрабатывающих машин и орудий техническим средством ИП–297	21
2.4.1 Лабораторные исследования определения глубины погружения рабочих органов в почву почвообрабатывающих машин и орудий техническим средством ИП–297.....	21
2.4.2 Лабораторно-полевые исследования по измерению техническим средством ИП–297 глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин (орудий)	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Средства измерений, применяемые при испытаниях.....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Методика лабораторной проверки определения техническим средством ИП–297 глубины погружения в почву рабочих органов почвообрабатывающих машин (орудий).....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Методика лабораторно-полевой	

проверки определения техническим средством ИП–297 глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин (орудий)	47
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) Программа обработки данных прибора ИП-296	51

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

МИС – машиноиспытательная станция;

МТА – машинно-тракторный агрегат;

НИИ – научно-исследовательский институт;

НИР – научно–исследовательская работа;

ПК – персональный компьютер;

ТЗ – техническое задание;

ОКР – опытно-конструкторская работа

ВВЕДЕНИЕ

В системе ресурсосберегающего земледелия агротехнические требования на выполнение технологических операций предусматривают сохранение постоянства глубины обработки почвы. Это одно из основных условий для подготовки почвы под посев, внесение удобрений, развития всходов, уничтожения сорняков и получения высоких урожаев [1, 2, 3]. Кроме того, выполнение требований по глубине обработки почвы обеспечивает энергосбережение [4].

В то же время выполнение агротехнических требований по глубине обработки почвы во многих случаях проблематично, так как на показатели качества глубины обработки почвы оказывают влияние микрорельеф почвы, ее неоднородность по составу и влажности, влияющие также на тяговое сопротивление машинотракторного агрегата (МТА) [5]. На установочную глубину обработки почвы оказывает влияние также и скорость поступательного движения МТА [6], постоянство которой в опыте по причине неучтенных факторов практически не может быть обеспечено [5-7]. При этом глубина обработки почвенного слоя для различных видов работ с учетом агротехнических требований находится в пределах от 2 до 45 см.

Неучтенные факторы определяют непрерывные случайные значения глубины обработки почвы в технологическом процессе [5]. Все это обуславливает сложную статистическую оценку данных измерений глубины обработки почвы [7-9]: среднее арифметическое значение (см); среднеквадратическое отклонение (см); коэффициент вариации (%); ошибка среднего (см); предельная ошибка выборки (см); коэффициент Стьюдента для заданной численности выборки; вероятность – по функции Лапласа; для полученной вероятности находится по специальной таблице значение критерия Стьюдента и рассчитывается минимальное требуемое количество измерений [5]. Поэтому глубину обработки почвы в настоящее время определяют с применением ручных средств на учетных делянках [10]. При ручном методе измере-

ния глубины хода рабочих органов производятся, согласно действующих стандартов ГОСТ 33687 [2], ГОСТ 20915 [10], ГОСТ 33677 [11], ГОСТ 33736 [12] и СТО АИСТ 4.6 [13], путем погружения измерительных средств в почву, таких как линейка, щуп (глубиномер), рейка или рулетка. Недостатком ручных средств является трудоемкость и ошибка измерения глубины погружения в почву рабочих органов почвообрабатывающих орудий, составляющая ± 1 см. Динамический метод заключается в измерении относительного положения движущегося по поверхности почвы устройства и основания почвообрабатывающего орудия. Такие данные измерений обрабатывают методом математической статистики и определяют среднюю глубину хода рабочих органов, стандартное отклонение и коэффициент вариации по машине (орудию) в каждой повторности опыта. Метрологические характеристики не обеспечиваются техническим уровнем комплектующих измерительных приборов. Не обеспечивается и достаточная надежность измерений глубины обработки почвы, которая зависит от точности измерительных средств [5]. Существующие агротехнические требования не предусматривают оперативного получения вероятностных оценок качества результатов испытаний в технологическом процессе обработки почвы.

В плане решения существующей проблемы в основу разработки технического средства положены проведенные в 2018 г. исследования с положительными результатами лабораторных опытов метода измерения глубины погружения в почву рабочих органов почвообрабатывающих машин с применением беспроводной системы передачи импульсов от него [3, 14-30]. Результаты исследований являются новыми и свидетельствовали о необходимости продолжения дальнейших исследований по разработке и экспериментальной проверке технического средства с беспроводной системой передачи импульсов от измерительного средства для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей сельскохозяйственной техники.

В связи с изложенным, основанием для проведения работы в области исследования и разработке технического средства для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообраба-

тывающей сельскохозяйственной техники, является тематический план НИР ФГБНУ «Росинформагротех» (тема 2.1.9, задание 2.1.9.1), утвержденный 19.03. 2019 г.

Цель работы - разработка технического средства с беспроводной электронной системой для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники.

В соответствии с целью исследований задачами разработки являлись:

- изучение состояния проблемы и обоснование выбора принципиальной схемы электронно-измерительной системы технического средства для измерения глубины обработки почвы и алгоритма программного обеспечения для фиксации, обработки и отображения результатов измерений;

- разработка схемы основных конструктивных элементов технического средства для измерения глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий;

- обоснование конструкционных параметров и технологических характеристик технического средства для измерения глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий;

- изготовление электронной системы регистрации импульсов, поступающих от датчика угла технического средства для получения информационных данных по измерению глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий.

- составление программы для обработки данных по измерению глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий;

- разработка методики лабораторного и полевого опыта по измерению глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий техническим средством;

- проведение лабораторных и полевых исследований по измерению глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий с применением разработанного технического средства.

Новизна исследований – разработано техническое средство с беспроводной электронной системой для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники.

1 Выбор направления исследований

На отклонение от установочной величины заглубления в почву рабочих органов почвообрабатывающих машин или орудий оказывают влияние неучтенные факторы: неоднородность почвы, ее влажности и изменение тягового сопротивления машин и регулировок – вызывающие значительные изменения показателей работы сельскохозяйственных машин [5].

Например, увеличение глубины погружения в почву рабочего органа от требуемой на 1 см приводит к повышению расхода топлива примерно на 5 %. Увеличение глубины обработки почвы экономически оправдано лишь в том случае, если прирост расхода топлива компенсируется приростом урожайности [4]. Неоднородность почвы и тягового сопротивления машинно-тракторного агрегата (МТА), отклонение от нормального состояния рабочих органов и регулировок вызывают значительные изменения показателей работы сельскохозяйственных машин. На установочную глубину вспашки почвы, дискования и культивации, оказывает влияние также и скорость поступательного движения МТА. При этом установочная глубина почвообрабатывающих орудий снижается. Среднеквадратичное отклонение с ростом скорости увеличивается и составляет от 1,4 до 1,6 см, а коэффициент вариации возрастает с 5,5 % до 8,3 %. Кроме того, резко ухудшаются и другие агротехнические показатели. С 75 до 66 % сокращается подрезание сорняков, а сохранение стерни снижается соответственно с 64 % до 60 %. При некачественной обработке почвы глубина заделки семян и удобрений с ростом скорости движения сеялок от 7,5 до 9,5 км/ч снижается соответственно с 80 % до 65 %.

Измерения глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий и глубины обработки (взрыхленного слоя) почвы при испытании почвообрабатывающих машин и орудий проводят по ГОСТ 33687 [2], ГОСТ 20915 [10], ГОСТ 33677 [11], ГОСТ 33736 [12] и СТО АИСТ 4.6 [13].

Глубину обработки (взрыхленного слоя) почвы в настоящее время определяют с применением ручных средств, а число измерений глубины обра-

ботки почвы, составляет, например, для:

- поверхностной и мелкой обработки не менее 25 измерений по следу каждого рабочего органа с интервалом 1 м по ходу движения агрегата в четырехкратной повторности [2];

- обработки пропашных культур не менее 50 измерений по следу каждого рабочего органа на каждой учетной делянке [11].

Запись результатов измерений в поле производится на бумажных носителях. Данные измерений обрабатывают методом математической статистики и определяют среднюю глубину хода рабочих органов, стандартное отклонение и коэффициент вариации по машине в каждой повторности опыта. Недостатком таких методов и ручных средств является трудоемкость измерения глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающей машины, а также недостаточная информативность сведений для проведения сравнительной оценки современных почвообрабатывающих машин и орудий.

При проведении полевых испытаний у разработанного специалистами КубНИИТиМ измерительного средства ИП–279 [14–30] были выявлены некоторые конструктивные недостатки. Недостатком ИП–279 является не соответствующая современным требованиям проводная система регистрации данных от датчика угла и датчика пути в микроконтроллерное устройство, находящееся в кабине энергосредства. Также следует отметить продолжительность установки вертикального расстояния от оси энкодера до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через центр измерительного колеса (основание колеса и основание рабочих органов находятся в одной горизонтальной плоскости), которое зависит от глубины погружения рабочих органов (диапазон от 5 до 45 см), а также от расположения рамы (бруса) различных конструкций почвообрабатывающих машин (орудий) над поверхностью почвы. Большим недостатком системы ИП-279 явилось также малое быстродействие микроконтроллера, обусловленное использованием встроен-

ного интерпретатора Бейсик и недостаточным объемом энергонезависимой памяти. Существующие агротехнические требования не предусматривают оперативного получения вероятностных оценок качества результатов испытаний почвообрабатывающей техники.

Поэтому проведение исследований и разработка технического средства для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей сельскохозяйственной техники является актуальным.

Для устранения выявленных недостатков средств определения глубины погружения рабочих органов в почву почвообрабатывающих машин (орудий) разработана структурная схема технического средства, приведенная на рисунке 1.

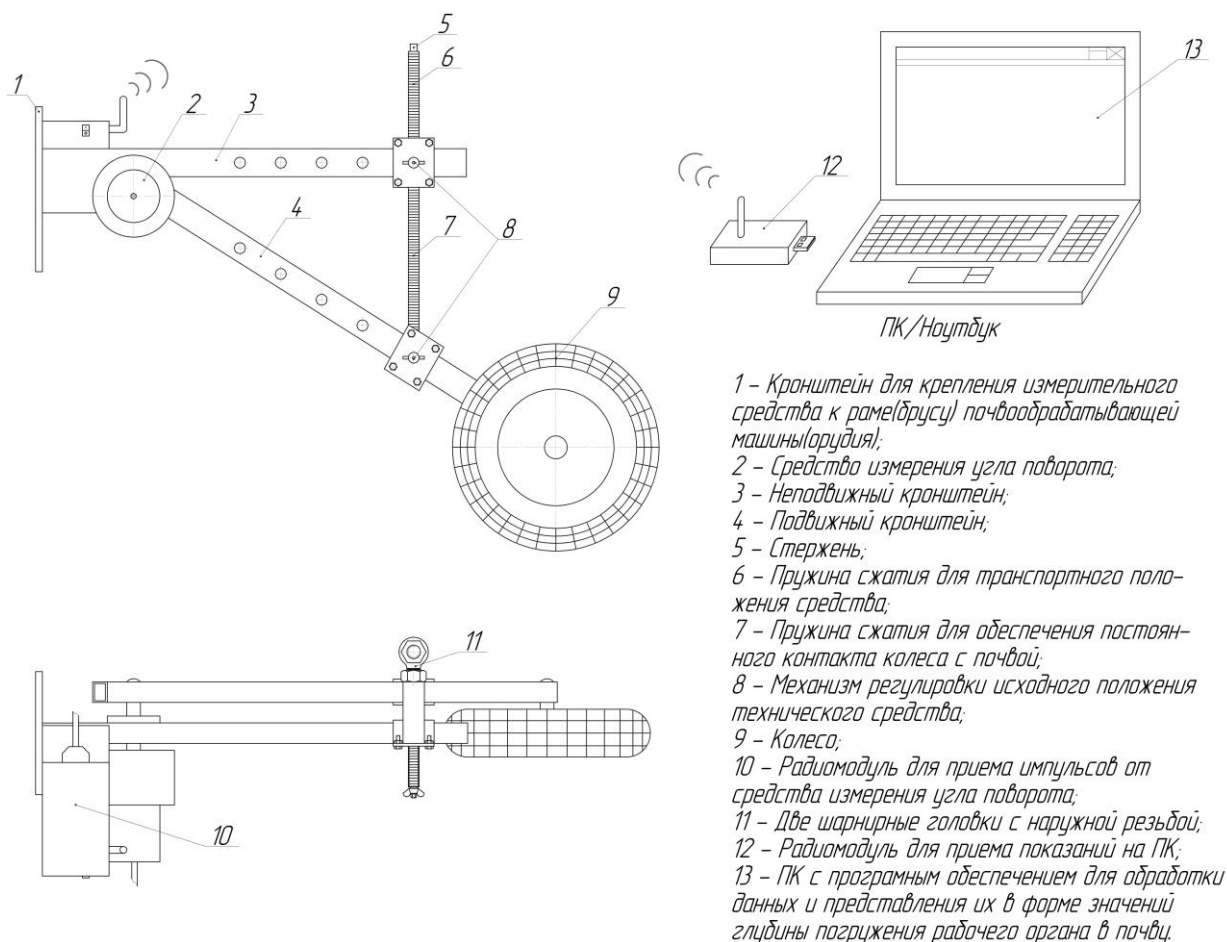


Рисунок 1 – Структурная схема технического средства для измерения глубины обработки почвы

Метод проведения работы – экспериментальные исследования измерения глубины погружения в почву рабочих органов в технологическом процессе

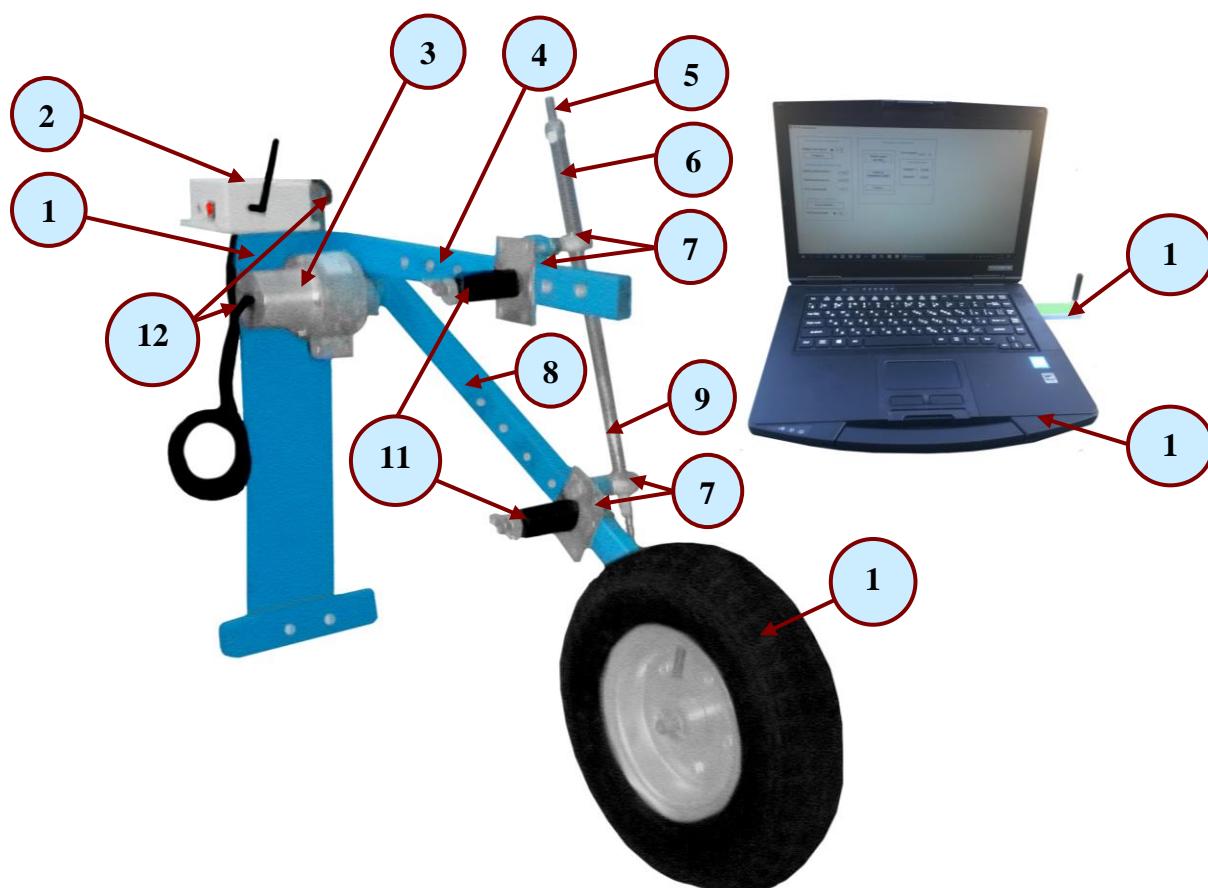
обработки почвы машинами (орудиями) измерительным средством с беспроводной электронной системой определения функциональных показателей почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники.

Результаты исследований – определены параметры и разработана схема беспроводной электронной системы регистрации временных промежутков импульсов, поступающих от датчика угла технического средства и определения глубины погружения рабочих органов в почву в технологическом процессе обработки почвы. Разработана методика и проведены лабораторные исследования по определению функциональных показателей почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники.

2 Экспериментальные исследования

2.1 Описание конструкции технического средства ИП–297 для измерения глубины обработки почвы

Техническое средство ИП–297 с беспроводной системой сбора, предварительной обработки, сохранения в энергонезависимой памяти и передачи полученных данных на ПК предназначено для измерения величины заглубления в почву рабочих органов почвообрабатывающей машины или орудия до 500 мм. Общий вид ИП–297 представлен на рисунке 2.



- 1 – база и накладка; 2 – электронный модуль ИП–296 для приема электрических импульсов от датчика угла поворота при измерении глубины хода рабочих органов; 3 – поворотный механизм с датчиком измерения угла; 4 – направляющий кронштейн; 5 – стержень; 6 – пружина сжатия; 7 – ползун с резьбовой втулкой и шарнирной головкой; 8 – соединительный подвижный кронштейн; 9 – пружина сжатия; 10 – колесо; 11 – механизм регулировки и фиксации угла поворота подвижного кронштейна технического средства для измерения глубины обработки почвы; 12 – соединительный информационный кабель; 13 – радиомодуль ИП–295 с антенной для приема-передачи данных от измерительной системы ИП–296 на ПК/ноутбук; 14 – ноутбук

Рисунок 2 – Общий вид технического средства ИП–297

Конструкция технического средства ИП–297 состоит из базы и наклад-ки 1; электронного модуля ИП–296 для приема электрических импульсов от датчика угла поворота при измерении глубины хода рабочих органов 2; по-воротного механизма с датчиком измерения угла 3; направляющего крон-штейна 4; стержня 5; пружины сжатия 6; ползуна с резьбовой втулкой и шар-нирной головкой 7; 8 – соединительного подвижного кронштейна 8; пружи-ны сжатия 9; колеса 10; механизма регулировки и фиксации угла поворота подвижного кронштейна технического средства для измерения глубины об-работки почвы 11; соединительного информационного кабеля 12; радиомо-дуля ИП–295 с антенной 13 для приема-передачи данных от измерительной системы ИП–296 на ПК/ноутбук; ноутбука 14.

Приведенная на рисунке 2 конструкция технического средства ИП–297 выполнена в универсальном исполнении для измерения глубины погружения в почву рабочих органов в условиях функционирования в составе почвообра-батывающей техники, имеющей такую конструкцию, что при погружении рабочих органов в почву, высота бруса, к которому закрепляется база и накладка 1, не превышает 0,5 м. Как показывает анализ конструкций культи-ваторов, дискаторов, борон, плугов и глубокорыхлителей в настоящее время практически вся почвообрабатывающая техника различного исполнения, а также агротехнические требования по глубине обработки почвы удовлетво-ряют возможности использования разработанной конструкции технического средства ИП–297 для измерения фактической величины заглубления в почву рабочих органов почвообрабатывающей машины или орудия в ходе проведе-ния испытаний.

Исполнение конструкции технического средства ИП–297 предполагает также ее функционирование в непрерывном процессе почвообработки и транспортирования.

Техническая характеристика технического средства ИП–297 с беспроводной системой ИП–296 приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика технического средства ИП–297

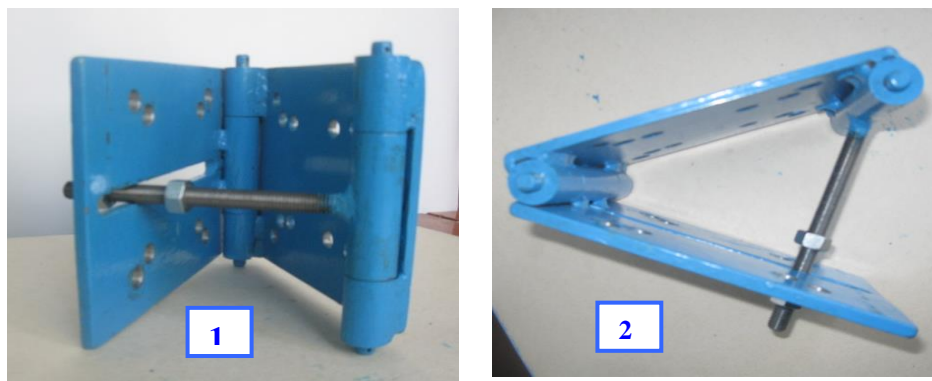
Наименование показателя	Значение показателя
Тип устройства	Навесное
Напряжение электропитания, В	От 12 до 24
Глубина измерений величины заглубления в почву рабочих органов почвообрабатывающих машин (орудий), м	до 0,5
Погрешность измерения глубины, см, не более	± 1,0
Датчик угла	Кодовый энкодер
Интервал измерений угла, ...°	1
Регистрация числа измерений при контроле глубины обработки почвы в единицу времени, с ⁻¹	5
Длина окружности колеса, м	1,0362
Диаметр колеса, м	0,33
Потребляемая мощность, Вт	24
Габаритные размеры устройства в рабочем положении, мм: – высота – ширина – длина Габаритные размеры устройства в транспортном положении, мм: – высота – ширина – длина	1300 ± 2,0 400 ± 0,65 850 ± 0,70 930 ± 2,0 300 ± 0,65 510 ± 1,5
Количество обслуживающего персонала, чел.	1
Масса, кг	20

Приведенная в таблице 1 техническая характеристика обуславливает потенциальные возможности технического средства ИП–297 с беспроводной системой ИП–296 измерения глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин или орудий.

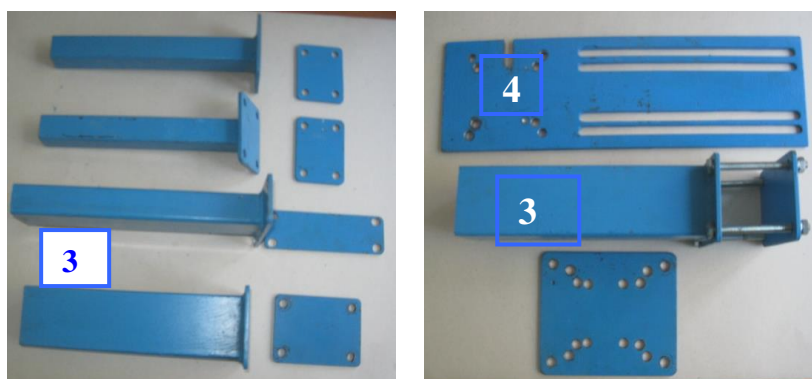
Механические и электронные элементы конструкции технического средства ИП–297 с беспроводной системой ИП–296 приведены на рисунках 3 – 8.

2.2 Механические элементы технического средства ИП–297 для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей техники

Элементы установки технического средства ИП–297 с беспроводной системой ИП–296 к раме (брусу) почвообрабатывающей машины (орудия) приведены на рисунке 3.



а) Поворотное устройство (виды спереди 1 и сверху 2)



б) Кронштейны с пластинами 3 для установки технического средства ИП–297 с беспроводной системой ИП–296 к раме (брусу) почвообрабатывающей машины (орудия) и пластина с прорезями и отверстиями 4 для регулировки вертикального положения ИП–297 относительно рам почвообрабатывающих машин

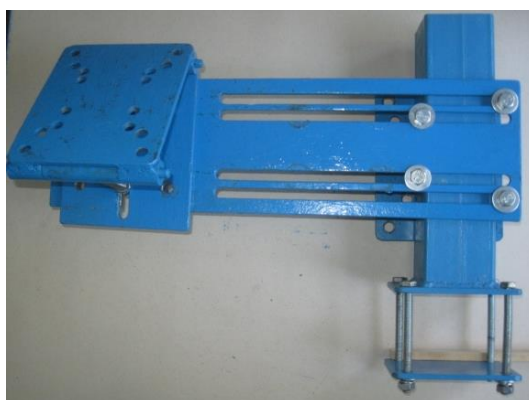


Рисунок 3 – Комплект приспособлений для установки технического средства ИП–297 с беспроводной системой ИП–296 к раме (брусу) почвообрабатывающей машины (орудия)

Механизм регулировки и фиксации угла поворота подвижного кронштейна технического средства для измерения глубины обработки почвы показан на рисунке 4.

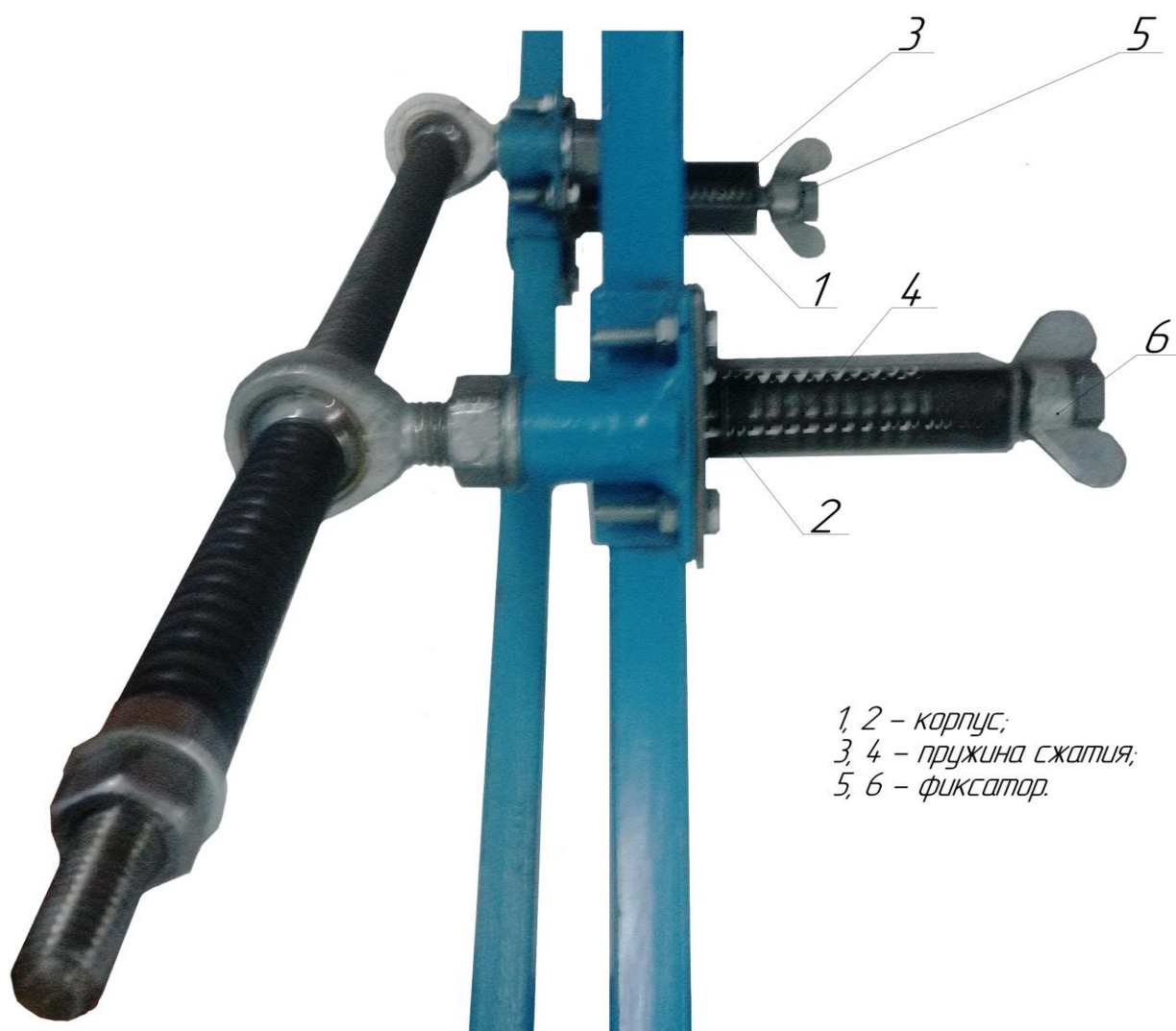


Рисунок 4 – Механизм регулировки и фиксации угла поворота подвижного кронштейна технического средства для измерения глубины обработки почвы

Конструкция механизма регулировки и фиксации угла поворота подвижного кронштейна технического средства для измерения глубины обработки почвы состоит из 2 корпусов 1, 2 с находящимися в нем двумя пружинами сжатия 3,4 и двумя фиксаторами 5, 6.

2.3 Электронные элементы технического средства ИП–297 для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей техники

Беспроводная система сбора, предварительной обработки, сохранения в энергонезависимой памяти и передачи полученных данных на ПК состоит из следующих элементов, показанных на рисунках 5 – 8.

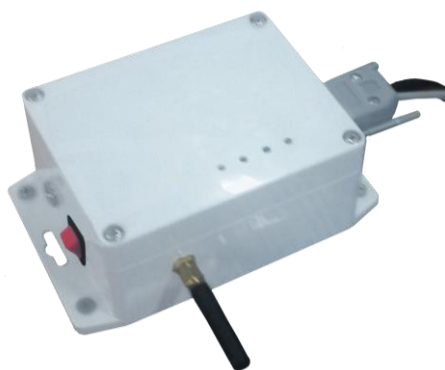


Рисунок 5 – Электронный модуль ИП–296 для приема электрических импульсов от датчика угла поворота при измерении глубины хода рабочих органов



Рисунок 6 – Электронный модуль ИП–296 для приема электрических импульсов от датчика угла поворота подвижного кронштейна технического средства для измерения глубины обработки почвы при определении функциональных показателей почвообрабатывающей техники



Рисунок 7 – ИП–295 Модуль USB – радио 433 МГц с антенной



Рисунок 8 – Общий вид ноутбука с программным обеспечением обработки данных, полученных измерительной беспроводной системой в составе технического средства для измерения глубины обработки почвы

2.4 Лабораторные и полевые исследования определения глубины погружения рабочих органов в почву почвообрабатывающих машин и орудий техническим средством ИП–297

2.4.1 Лабораторные исследования определения глубины погружения рабочих органов в почву почвообрабатывающих машин и орудий техническим средством ИП–297

Лабораторные исследования проверки работоспособности технического средства ИП–297, включающего беспроводную систему приема импульсов от датчика угла и передачи к модулю USB – радио 433 МГц ИП-295 с антенной на ПК, проводились на территории КубНИИТиМ.

Техническое средство ИП–297, имеющее беспроводную систему передачи импульсов от датчика угла на электронные носители закреплялось на раме подвижного средства крепежными приспособлениями, как показано на рисунке 9.



Рисунок 9 – Закрепление ИП–297 на раме подвижного средства для проверки его работоспособности по измерению высот препятствий различного размера

После закрепления ИП–297 на раме подвижного средства (рисунок 9) механизмами регулировки и фиксации угла поворота и перемещением ползунов на неподвижном и подвижном кронштейнах устанавливалось рабочее положение для измерения возвышений на специальной рейке (рисунок 10).



Рисунок 10 – Установка с помощью регулировочных устройств рабочего положения ИП–297 для измерения возвышений на специальной рейке

На линии передвижения колеса технического средства ИП–297 устанавливались препятствия различного размера, высота которых измерялась штангенциркулем. Препятствия были закреплены на специальной рейке таким образом, чтобы промежутки между ними были равны размеру, исключая одновременный контакт колеса ИП–297 с двумя возвышениями. Расстояния между препятствиями (возвышениями) измерялись линейкой металлической в соответствии с приложением А. Общий вид препятствий, закрепленных на специальной рейке, установленной на пути передвижения колеса ИП–297 приведен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Общий вид препятствий, закрепленных на специальной рейке, установленной на пути передвижения колеса ИП–297

Начало движения колеса ИП–297 показано на рисунке 12.



Рисунок 12 – Начало движения колеса ИП–297

Затем проводилось измерение поверенной металлической линейкой длиной в один метр, в соответствии с приложением А, вертикального расстояния от оси энкодера до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через центр

измерительного колеса (основание колеса и основание рабочих органов находятся в одной горизонтальной плоскости) в метрах с точностью ± 1 мм (рисунок 13), значение которого заносилось в специально разработанную программу компьютера.

В разделе окна программы «Параметры измерителя», в соответствии с приложением Г, заносилась длина кронштейна ИП–297, она статична и составляет 0,7 м.



Рисунок 13 – Измерение вертикального расстояния от оси энкодера до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через центр измерительного колеса ИП–297

Далее включался электронный модуль ИП–296 для приема электрических импульсов от датчика угла поворота ИП–297. На столе рабочего места оператора ноутбук с установленной компьютерной программой и подсоединенному к нему радиомодулю с антенной для приема радиоволн от электронного модуля ИП–296 включался с последующей настройкой программы приема - передачи импульсов в соответствии с методикой приложения Г.

После указанной выше подготовки проведения опыта осуществлялось движение колеса ИП–297 по специальной рейке с препятствиями, завершение которого показано на рисунке 14.



Рисунок 14 – Завершение движение колеса ИП–297 по специальной рейке с препятствиями с фиксированными высотами

После завершения движение колеса ИП–297 по специальной рейке с препятствиями с фиксированными высотами опыт повторялся в трехкратной повторности. После каждого опыта осуществлялся просмотр результатов измерений, высвечиваемых в окне программы ноутбука с дальнейшей подготовкой последующего опыта (рисунок 15).

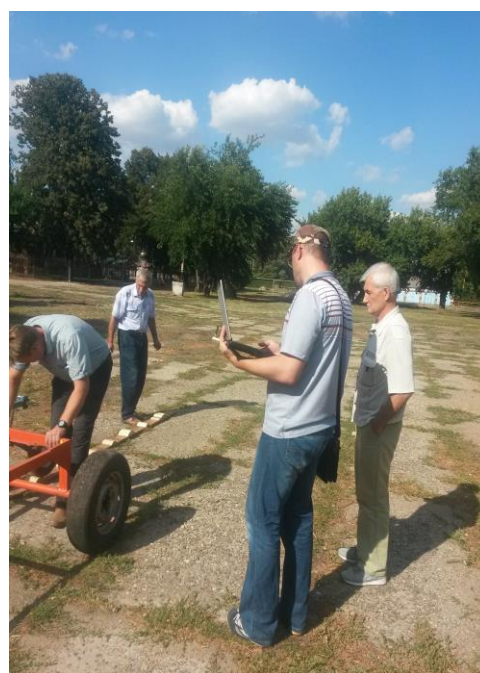
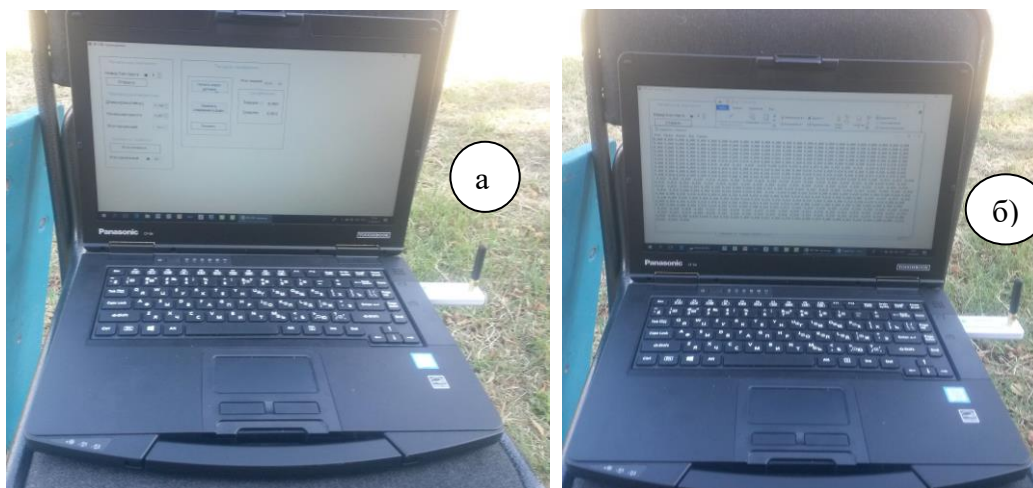


Рисунок 15 – Фрагменты процесса лабораторных испытаний при просмотре результатов измерений, полученных с применением ИП–297 и его осмотр для дальнейшего проведения опытов.

Результаты измерений, полученные с применением ИП-297 для измерения глубины погружения рабочих органов в почву, имеющего беспроводную систему передачи, представленные в табличной форме можно сразу наблюдать на экране ноутбука (рисунок 16).



- а) Общий вид рабочего окна программы обработки данных;
 б) Общий вид рабочего окна с результатами измерений возвышений на рейке

Рисунок 16 – Общий вид ноутбука с рабочими окнами программы данных измерений и их результатов

Сравнительные значения показателей, установленных на рейке высот, измеренных штангенциркулем и техническим средством ИП–297, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительные значения показателей, установленных на рейке высот, измеренных штангенциркулем и техническим средством ИП–297

Но- мер изме- рения	Наименование показателя	Значение показателя					
		Измеренные на рейке штангенциркулем			Разраб. измерит. ср-во ИП-297		
		повторность			повторность		
		1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8
	Высота препятствий, мм						
1		45	45	45	44	45	45
2		30	30	30	30	29	30
3		47	47	47	46	47	47
4		27	27	27	28	26	26
5		27	27	27	27	26	27
6		40	40	40	41	40	40
7		45	45	45	46	45	44

Приведенные в таблице 2 значения показателей, установленных на рейке высот, измеренных техническим средством ИП–297, выбраны из массива семью измерениями. При движении колеса ИП–297 по специальной рейке измерения осуществлялись как в промежутках между возвышениями, так и на пути заезда и съезда колеса с возвышений (5 измерений в секунду).

По результатам лабораторных исследований была проведена корректировка программного обеспечения получения и обработки данных измерений глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин (на примере специальных возвышений) для удобной работы оператора.

2.4.2 Лабораторно-полевые исследования по измерению техническим средством ИП–297 глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин (орудий)

Лабораторно – полевые исследования технического средства ИП–297 проводились на полях валидационного полигона КубНИИТиМ с целью оценки возможности измерения им глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин (орудий). Полевой опыт технического средства с беспроводной электронной системой по регистрации и обработке данных измерений глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в составе машинно-тракторного агрегата: трактора сельскохозяйственного колесного «VERSATILE» 2375 + КДК–4,5 проводился на агротехническом фоне поля – второе дискование после уборки подсолнечника. Общий вид агротехнического фона поля приведен на рисунке 17 [10, 31].



Рисунок 17 – Общий вид агротехнического фона поля

Рама культиватора дискового комбинированного КДК-4,5 своими плоскостями расположена под углом к поверхности почвы, для установки технического средства ИП-297 применялось поворотное устройство из комплекта приспособлений для крепления к раме (брусу) почвообрабатывающей машины (орудия). Общий вид крепления такого устройства к раме КДК-4,5 приведен на рисунке 18.



Рисунок 18 – Крепление поворотного устройства к раме КДК-4,5

Одна из плоскостей поворотного устройства регулировалась с помощью болта и двух гаек таким образом, чтобы она была расположена перпендикулярно поверхности почвы. К этой плоскости поворотного устройства присоединялась с помощью четырех болтов и гаек накладка технического средства ИП-297. Общий вид технического средства ИП-297, закрепленного на раме КДК-4,5 приведен на рисунке 19.



Рисунок 19 – Общий вид ИП-297, закрепленного на раме КДК-4,5

Затем устанавливалось рабочее положение колеса ИП–297 относительно основания диска культиватора дискового комбинированного КДК–4,5 с применением уровня и металлической линейки длиной в один метр. Фрагмент измерения рабочего положения колеса ИП–297 относительно основания диска КДК–4,5 приведен на рисунке 20.



Рисунок 20 – Установка рабочего положения колеса ИП–297 относительно основания диска культиватора дискового комбинированного КДК–4,5 с применением уровня

Значение вертикального расстояния от оси энкодера до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через центр измерительного колеса ИП–297 в м заносилось в специально разработанную программу в соответствии приложением Г ноутбука оператором для последующих измерений глубины обработки почвы (рисунок 21).



Рисунок 21 – Занесение исходных данных оператором в ноутбук перед началом проведения опыта

В разделе окна программы «Параметры измерителя», согласно приложению Г, задавалась длина кронштейна ИП–297, она статична и составляет 0,7 м. Фрагмент начала полевого опыта технического средства с беспроводной электронной системой по регистрации и обработке данных измерений глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в составе машинно-тракторного агрегата: трактора сельскохозяйственного колесного «VERSATILE» 2375 + КДК–4,5 приведен на рисунке 22.



+КДК–4,5) с применением технического средства ИП–297 для измерения глубины обработки почвы показан на рисунке 23.



скохозяйственного колесного «VERSATILE» 2375 + КДК-4,5) средняя скорость их движения составляла 5,94 км/ч (1,65 м/с). Пройденное ими расстояние в опытах составляло 262,35 м, 223,41 м, 266,64 м и 233,31 м. С учетом измерений 5 шт./с глубины обработки почвы рабочими органами КДК-4,5 число измерений в каждом опыте равнялось 795, 677, 808 и 707. Численные значения опытных данных в программе Excel располагались по возрастанию и группировались по классам глубины обработки почвы рабочими органами КДК-4,5. Затем число измерений в каждом классовом промежутке умножалось на промежутки между измерениями, равный 0,33 м для получения расстояния участков пути в классовых диапазонах погружения в почву рабочих органов КДК-4,5, м. Такие данные результатов опытов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Обработанные результаты опытов для построения графической зависимости классового выглубления и заглубления почвообрабатывающего диска культиватора дискового комбинированного КДК-4,5

Наименование показателя	Значение показателя									
Опыт 1 (ход прямо)										
Классовые выглубления и заглубления,	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

см										
Число промежутков в классовых выглублениях и заглублениях	15	33	42	93	130	163	170	81	19	1
Расстояния в классовых выглублениях и заглублениях, м	4,95	10,89	13,86	30,69	42,9	53,79	56,1	26,73	6,27	0,33
Опыт 2 (ход обратно)										
Число промежутков в классовых выглублениях и заглублениях	7	16	50	68	135	143	148	75	23	8
Расстояния в классовых выглублениях и заглублениях, м	2,31	5,28	16,5	22,44	44,55	47,19	48,84	24,75	7,59	2,64
Опыт 3 (ход прямо)										
Число промежутков в классовых выглублениях и заглублениях	62	126	131	201	116	29	7			
Расстояния в классовых выглублениях и заглублениях, м	20,46	41,58	43,23	66,33	38,28	9,57	2,31			
Опыт 4 (ход прямо)										
Число промежутков в классовых выглублениях и заглублениях	36	66	103	159	142	101	51	20		
Расстояния в классовых выглублениях и заглублениях, м	11,88	21,78	33,99	52,47	46,86	33,33	16,83	6,6		

На основе приведенных в таблице 3 данных построены графические зависимости, показанные на рисунках 24-27 [6].

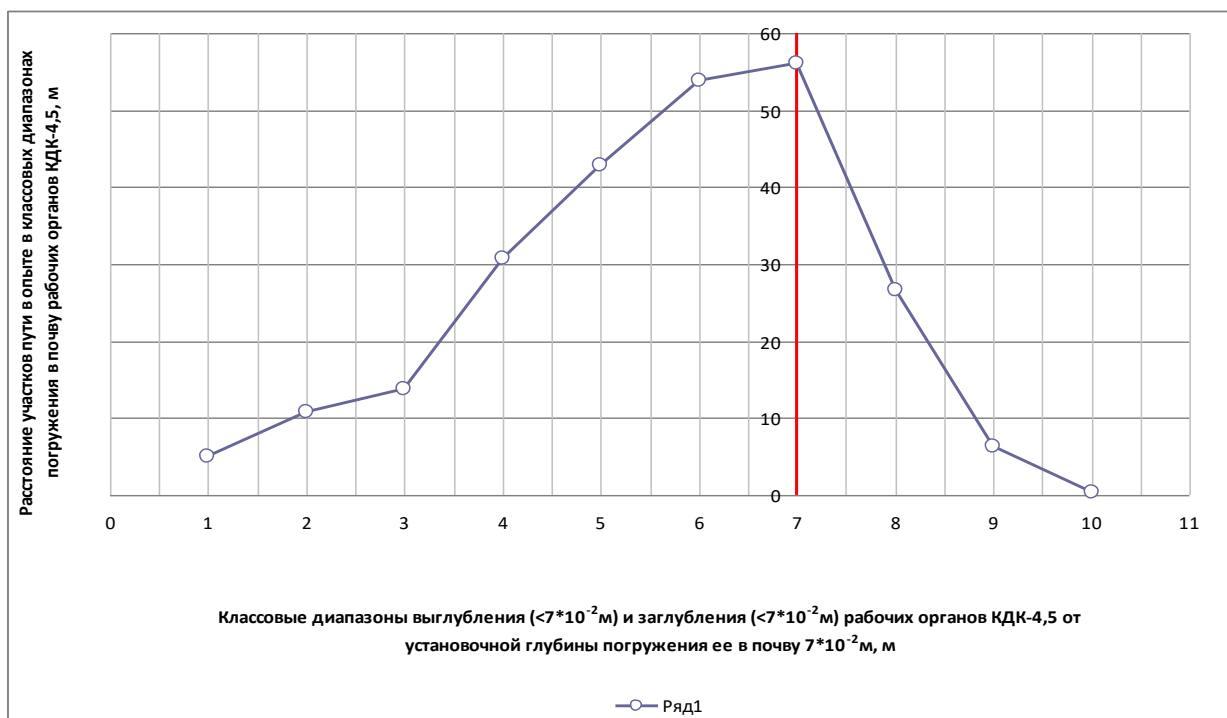


Рисунок 24 – Протяженность пути в первом опыте в классовых диапазонах выглубления ($<7 \cdot 10^{-2}$ м) и заглубления ($<7 \cdot 10^{-2}$ м) почвообрабатывающего диска КДК-4,5 от установочной глубины его погружения в почву, равной $7 \cdot 10^{-2}$ м

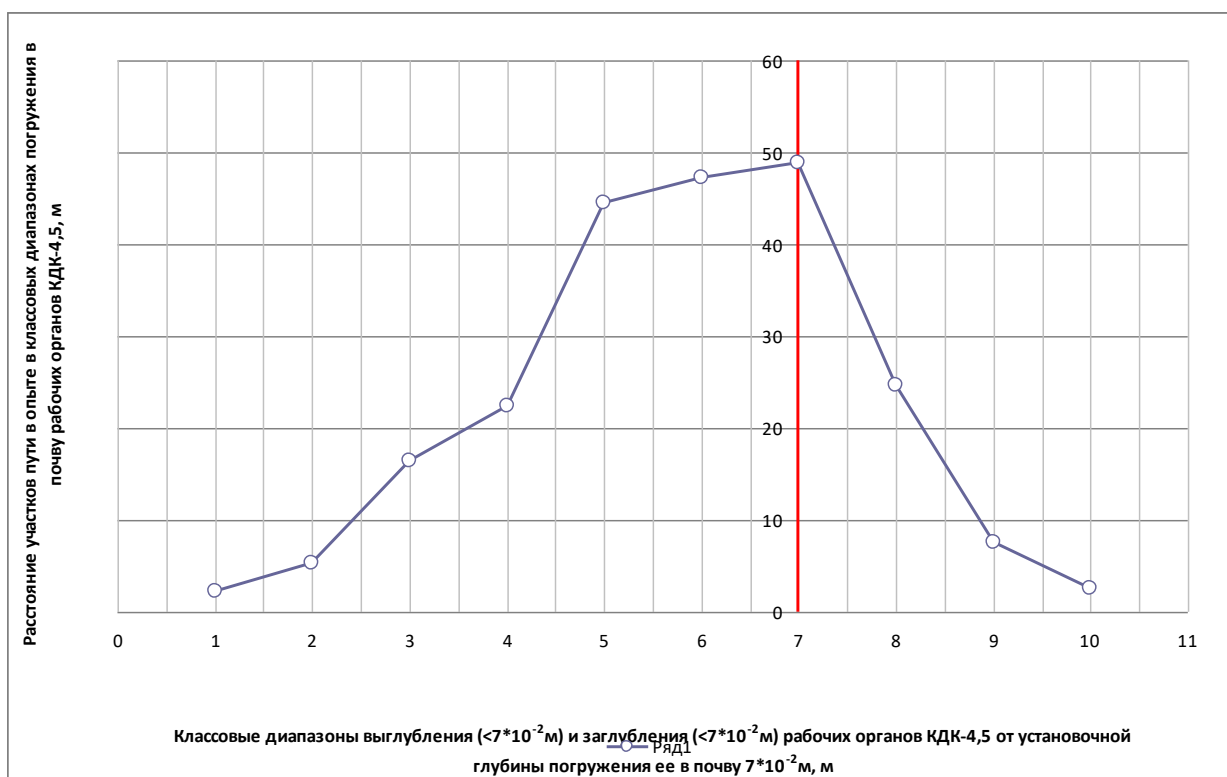


Рисунок 25 – Протяженность пути во втором опыте в классовых диапазонах выглубления ($<7 \cdot 10^{-2}$ м) и заглубления ($<7 \cdot 10^{-2}$ м) почвообрабатывающего диска КДК-4,5 от установочной глубины его погружения в почву, равной $7 \cdot 10^{-2}$ м

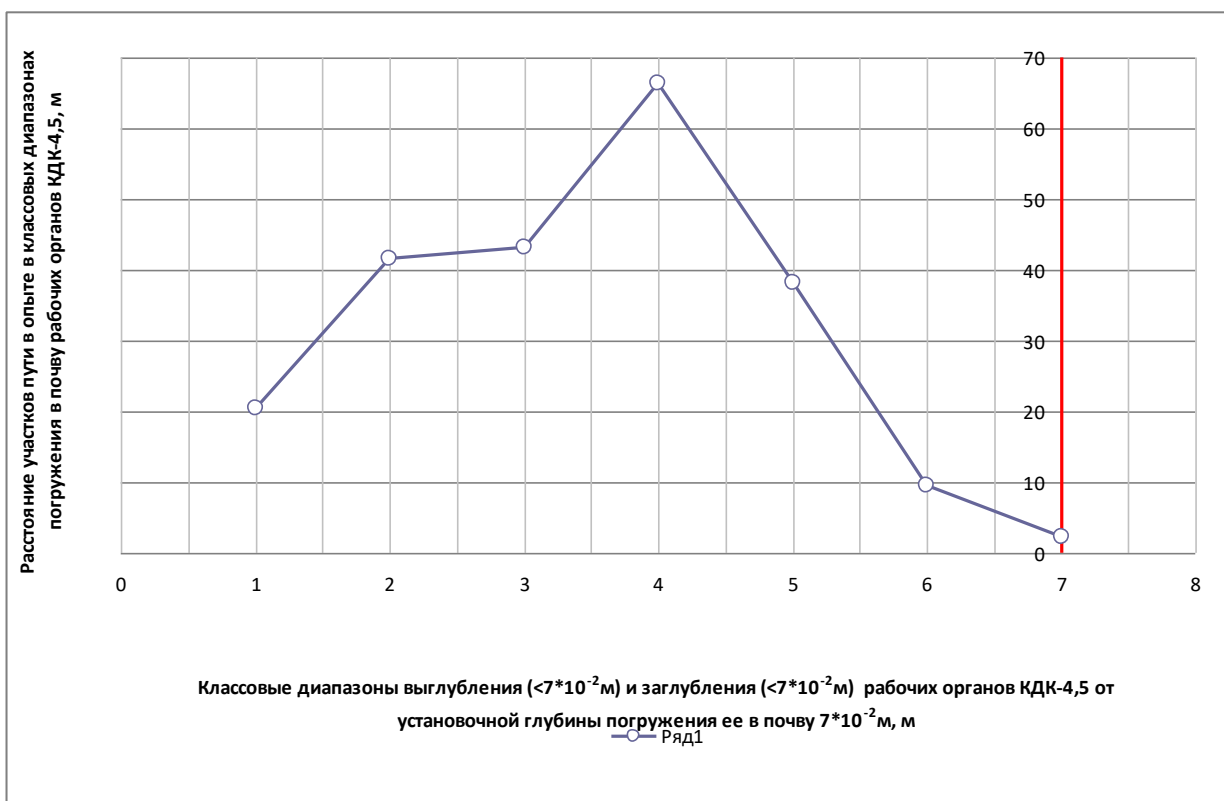


Рисунок 26 – Протяженность пути в третьем опыте в классовых диапазонах выглубления ($<7 \cdot 10^{-2}$ м) и заглубления ($<7 \cdot 10^{-2}$ м) почвообрабатывающего диска КДК-4,5 от установочной глубины его погружения в почву, равной $7 \cdot 10^{-2}$ м

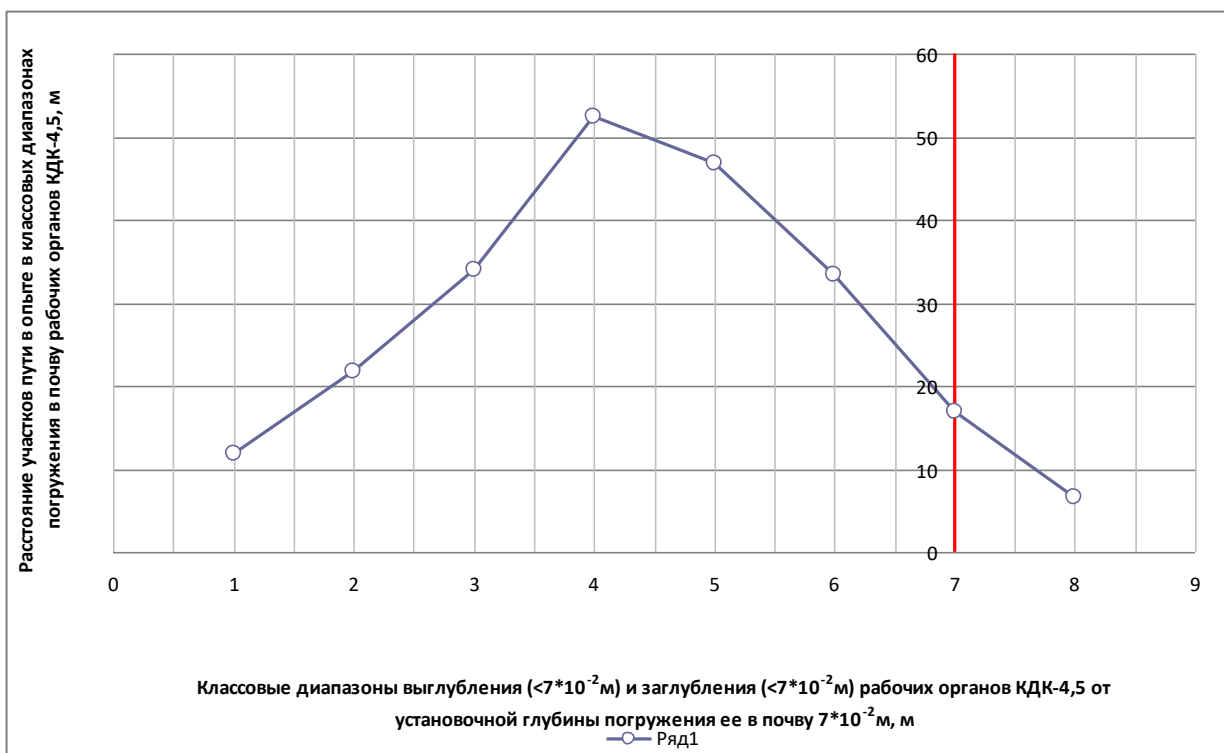


Рисунок 27 – Протяженность пути в четвертом опыте в классовых диапазонах выглубления ($<7 \cdot 10^{-2}$ м) и заглубления ($<7 \cdot 10^{-2}$ м) почвообрабатывающего диска КДК-4,5 от установочной глубины его погружения в почву, равной $7 \cdot 10^{-2}$ м

Приведенные на рисунках 24 – 27 данные в графической форме характеризуют технологический процесс работы по измельчению и заделке пожнивных остатков подсолнечника дисковой секцией КДК-4,5 обеспечению агротехнических требований обработке почвы и наглядно должны представляться на экране монитора в кабине механизатора.

С учетом, приведенных на рисунке 24 данных, рассчитаны также значения проекций площадей классовых диапазонов выглубления и заглубления диска бороны [8] от установочной глубины погружения ее в почву, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчетные значения проекций площадей классовых диапазонов выглубления и заглубления диска КДК-4,5, в зависимости от установочной глубины погружения его в почву

Отклонение заглублений от нормы, м	<7·10 ⁻² м				7·10 ⁻² м	>7·10 ⁻² м			
	3·10 ⁻²	4·10 ⁻²	5·10 ⁻²	6·10 ⁻²	7·10 ⁻²	8·10 ⁻²	9·10 ⁻²	10·10 ⁻²	11·10 ⁻²
(X _{к+1} -X _к), м	0,01								
У _к , м	15	33	42	93	130	163	170	81	19
(у _к +у _{к+1})/2, м	16,625		40,875		102,875		73		-
	-	28,375		90,125		70,875		162,75	
(у _к +у _{к+1})/2*0,01, м ²	0,134		0,414		1,029		0,733		-
	-	0,284		0,901		0,709		1,628	
S _{сумм.} , м ²	выглубление				заглубление				
	1,733				4,1				

Обозначения к таблице 4 с пояснениями:

- заглубление в почву диска КДК-4,5, м;
- У_к = f (x_к), ординаты, выходящие из точек деления x₁ x₂,..., x_{n-1} (из среднего значения) ширины классовых диапазонов выглубления и заглубления в почву диска КДК-4,5) до пересечения с кривой (рисунок 23);
- пройденные почвообрабатывающим агрегатом расстояния в классовых диапазонах выглубления и заглубления диска КДК-4,5 в почву от установочной глубины погружения его в почву, определялись произведением числа импульсов датчика пути на расстояние 0,33 м, равное между импульсами измерений глубины, м;

– $(y_k + y_{k+1})/2$, средние значения пройденных почвообрабатывающим агрегатом расстояний между классовыми диапазонами выглубления и заглубления диска КДК-4,5 в зависимости от установочной глубины погружения его в почву, м;

– площадь каждой криволинейной трапеции приближенно заменяется прямолинейными трапециями (рисунок 1) и приближенно определяемых следующей формулой [8]: $(y_k + y_{k+1})/2 * 0,01$ – площадь проекции между классовыми диапазонами выглубления и заглубления культиваторной лапы от установочной глубины погружения ее в почву, м²;

– $S_{сумм}$, суммарные площади (трапеций) выглубления и заглубления культиваторной лапы от установочной глубины погружения ее в почву от заданного значения определяются: $\sum_{k=0}^{n-1} (y_k + y_{k+1})/2 * (x_{k+1} - x_k)$, м².

Получаемые таким образом информационные сведения о технологическом процессе обработки почвы в графическом (рисунки 23 - 26) и табличном видах (таблица 3) характеризуют его в явном виде, что позволяет проводить оценку показателей качества обработки почвы по положительному влиянию на посев семян и урожайность культуры.

Таким образом, представленные в графической и табличной формах результаты измерений глубины погружения в почву диска КДК-4,5 наглядно и численно представляют физический (технологический) процесс обработки почвы и служат информационными сведениями для своевременного управления глубиной обработки почвы для дальнейшего качественного посева, способного оказать влияние (до 50 %) на повышение продуктивности культур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование методов агротехнической оценки и средств для их осуществления по определению глубины погружения рабочих органов в почву при испытании почвообрабатывающих машин (орудий) обусловлено созданием и внедрением конкурентно способных технологий в растениеводстве.

В результате выполнения НИР при решении проблемы установлено, что получение высоких урожаев обусловлено выполнением агротехнических требований по глубине погружения рабочих органов почвообрабатывающих орудий на протяжении всего технологического процесса обработки почвы.

В результате статистического анализа и теории вероятности применительно к нестационарным процессам заглужения рабочих органов в почву выявлено, что им присуще нормальное распределение, определяющее рациональный технологический процесс обработки почвы.

Определено, что техническое средство с беспроводной системой обеспечивает получение информационных данных о глубине обработки почвы практически с любым промежутком времени, что увеличивает число измерений в 6 и более раз, по сравнению с рекомендуемыми средствами измерения, приведенными в стандартах. При этом повышается точность и достоверность измерения с последующей записью массива экспериментальных данных для последующей их обработки с применением программного обеспечения, т.к. глубина погружения в почву рабочего органа от требуемой на 1 см, приводит к повышению расхода топлива примерно на 5 %.

Представленные в графической и табличной формах результаты полевых исследований измерения глубины погружения в почву диска культиватора дискового комбинированного КДК-4,5 наглядно и численно представляют физический (технологический) процесс обработки почвы и служат информационными сведениями для своевременного управления глубиной об-

работки почвы для дальнейшего качественного посева, способного оказать влияние (до 50 %) на повышение продуктивности культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Система критериев качества надежности, экономической эффективности сельскохозяйственной техники: инструктивно-метод. издание. – М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2010. – 188 с.
- 2 ГОСТ 33687 – 2015 Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний.– М.: Стандартиформ, 2016. – 42 с.
- 3 Киреев И.М, Коваль З.М., Приборы и методы для испытания почвообрабатывающих машин и орудий.// Методы и средства для оценки заглубления в почву рабочих органов почвообрабатывающих орудий и машин. Новокубанск: Новокубанский филиал ФГБНУ "Росинформагротех» (КубНИИ-ТиМ", 2012. – 2012, – 66 с.
- 4 Темников В.Н., Нилов Н.И., Новиков В.С. Основные направления развития машинно-технологических станций: инструктивно-метод. изд. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 60 с.
- 5 Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов: изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Колос, 1981. – 382 с.
- 6 Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных: изд. 2-е доп. – М.: Колос, 1967, –159 с.
- 7 Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник. – 12 – е изд., стер. – М.: ЮСТИЦИЯ, 2018. – 658 с.
- 8 Слободская В.А. Краткий курс высшей математики. Изд 2-е перераб. и доп. – М.: Изд-во "Высшая школа", 1969 – 544 с.
- 9 Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗОВ: изд. перераб. – М.: Наука, 1986. – 720 с.
- 10 ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – М.: Стандартиформ, 2013. – 24 с.
- 11 ГОСТ 33677 – 2015 Машины и орудия для междурядной и рядной обработки почвы. Методы испытаний. – М.: Межгосударственный стандарт: Стандартиформ. 2016. – 43 с.

12 ГОСТ 33736 – 2016 Техника сельскохозяйственная. Машины для глубокой обработки почвы. Методы испытаний.– М.: Стандартинформ, 2017. – 35 с.

13 СТО АИСТ 4.6 – 2010 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины почвообрабатывающие. Показатели назначения. Общие требования.– М.: Стандартинформ.. 2011. – 20 с.

14 RU 115063 G 01 B 13/00, 2012.

15 Киреев И.М., Коваль З.М. Приборы и методы для испытаний почвообрабатывающих машин и орудий. Методы и средства для оценки заглубления в почву рабочих органов почвообрабатывающих машин – М.: Росинформагротех, 2012. – 66 с.

16 Киреев И.М, Коваль З.М., Слесарев В.Н. Методы и технические средства для определения глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий.: отчет о НИР 07 – 2010. – Новокубанск.: КубНИИ-ТиМ, 2010. – 164 с.

17 Киреев И.М, Коваль З.М., Слесарев В.Н. Методы и технические средства для определения глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий: отчет о НИР 07 – 2011. – Новокубанск.: КубНИИ-ТиМ, 2011. – 141 с.

18 Киреев И.М, Коваль З.М. Система контроля глубины обработки почвы // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: Тр. 16 Междунар. науч.-практ. конф. «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции». – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2011. – С. 52–55.

19 Киреев И.М., Коваль З.М., Назаров А.Н. Устройство для определения фактической глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин или орудий // Инновационные технологии и технические средства для полеводства юга России: Тр. Междунар. науч.-техн. конф. «Инженерное

обеспечение инновационного развития сельскохозяйственного развития сельскохозяйственного производства». – зерноград: ГНУ СКНИИМЭСХ, 2011. – С. 86-92.

20 Киреев И.М., Коваль З.М., Назаров А.Н. Методы и технические средства для определения глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин или орудий // Инновационные технологии и технические средства для полеводства юга России: Тр. Междунар. науч.-техн. конф. «Инженерное обеспечение инновационного развития сельскохозяйственного развития сельскохозяйственного производства». – зерноград: ГНУ СКНИИМЭСХ, 2011. – С. 97-103.

21 RU 102108 G 01 B 13/00, 2011.

22 RU 111630 G 01 B 13/00, 2011.

23 RU 110476 G 01 B 13/00, 2011.

24 RU 112397 G 01 B 13/00, 2012.

25 Киреев И.М., Коваль З.М., Скорляков В.И. Совершенствование измерительных средств глубины обработки почвы // Техника и оборудование для села. –2012. – № 2. – С. 20-22.

26 Киреев И.М., Коваль З.М. Оценка глубины хода рабочих органов почвообрабатывающей техники // АгроСнабФорум. –2012. –№ 9. –С. 54-55.

27 Киреев И.М., Коваль З.М. Контроль глубины обработки почвы усовершенствованным измерительным средством при испытании почвообрабатывающих машин // Агроинженерная наука в сфере АПК; инновации, достижения: Тр. 7-й Междунар. науч.-техн. конф. – зерноград: ГНУ СКНИИМЭСХ, 2012. – С. 99-107.

28 Киреев И.М., Коваль З.М. Автоматизированный контроль глубины обработки почвы измерительным средством при испытании почвообрабатывающих машин: Сб. науч. докл. XII международной научно – техн. конференции Ч. 2. – Углич, 2012.. – С. 667-676.

29 Киреев И.М., Коваль, З.М. Система контроля величины заглубления рабочих органов в почву / Информационные технологии, системы и приборы

в АПК: сб. науч. докл. V Международной научно – практической конференции «АГРОИНФО 2012», г. Новосибирск. В 2 ч. Ч.1. – Новосибирск.: ГНУ СибФТИ, 2012. – С. 197–203.

30 Федоренко В.Ф., Киреев И.М., Марченко В.О. Исследование методов и технических средств для измерения глубины обработки почвы при испытаниях почвообрабатывающих машин // Техника и оборудование для села – № 5-2019. – С. 12-17.

31 ГОСТ 28268–89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. –М.: Изд-во стандартов, 1990. – 26 с.

32 ГОСТ 427-75. Линейки измерительные металлические. Технические условия. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1975. – 5 с.

33 ГОСТ 166–89. Штангенциркули. Технические условия. – М.: Межгосударственный стандарт: Изд-во стандартов, 1991, – 10 с.

34 ГОСТ 9416–83. Уровни строительные. Технические условия. – М.: Межгосударственный стандарт: Изд-во стандартов, 1985 – 18 с

35 ГОСТ 10374-93 (МЭК 51-7-84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 7. Особые требования к многофункциональным приборам. – М.: Межгосударственный стандарт: Изд-во стандартов, 1996. – 10 с.

36 Киреев И.М., Коваль З.М. Метод и система контроля величины заглубления рабочих органов в почву // Наука в центральной России. – Тамбов: ФГБНУ «ВНИИТИН».- 2019. – №. 2 (38) – С. 14 – 22.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Средства измерений, применяемые при испытаниях

Средства измерений, применяемые при испытаниях, приведены в таблице А.1

Таблица А.1

Наименование измеряемой характеристики, параметра	Наименование, марка измерительного средства, прибора, его номер, стандарт	Дата аттестации, поверка измерительного средства, прибора
1	2	3
Геометрические измерения	Линейка металлическая МЦ 0000000826 L=1 м ГОСТ 427-75 [32]	До 08.07.2020
Геометрические измерения высоты препятствий	Штангенциркуль ЩЦ- III №865162 ГОСТ 116-89 [33]	До 07.06.2020
Определение горизонтального положения основания колеса технического средства ИП-297 и основания рабочего органа почвообрабатывающей машины (орудия)	Уровень строительный алюминиевый L=600 мм ГОСТ 9416-83 [34]	До 30.12.2020
Потребляемый ток	Комбинированный прибор Ц 4340, № 32847, ГОСТ 10374-74 [35]	До 22.11.2020

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Методика лабораторной проверки определения техническим средством ИП–297 глубины погружения в почву рабочих органов почвообрабатывающих машин (орудий)

Б.1 Назначение методики измерения

Настоящая методика предназначена для лабораторной проверки работоспособности технического средства ИП–297, включающего беспроводную систему приема импульсов от датчика угла и передачи к модулю USB – радио 433 МГц ИП-295 с антенной на ПК.

Методика исследований заключается в определении глубины погружения (на примере препятствий (возвышений), закрепленных на специальной рейке) рабочих органов в почву почвообрабатывающих машин (орудий) с применением разработанной беспроводной системы передачи импульсов от датчика угла на электронные носители.

Б.2 Средства, применяемые при измерении показателей

Б.2.1 Средства контроля

Беспроводная система приема импульсов от датчика угла поворота электронным модулем ИП 296 и их передачи к модулю USB – радио 433 МГц ИП-295 с антенной на ПК

Б.2.2 Вспомогательные средства:

- препятствия (возвышения) на участке пути с различной высотой, см;
- подвижное средство с крепежными приспособлениями для закрепления на его раме технического средства, имеющее беспроводную систему передачи импульсов от датчика угла на электронные носители..

- ноутбук с программным обеспечением;
- штангенциркуль и металлическая линейка для геометрических измерений высоты препятствий и положения оси поворотного устройства относительно поверхностного уровня с препятствиями;
- линейка металлическая для измерения расстояний между возвышениями.

Б.3 Условия проведения лабораторных исследований

Б.3.1 Условия проведения лабораторных исследований должны быть:

- температура окружающего воздуха.....от + 20 °С + 30 °С;
- относительная влажность.....До . 60 %.

Б.4 Операции при подготовке к выполнению измерений

Б.4.1 Техническое средство ИП–297, имеющее беспроводную систему передачи импульсов от датчика угла на электронные носители закрепить на раме подвижного средства крепежными приспособлениями.

Б.4.2 Измерить в трехкратной повторности штангенциркулем препятствия (возвышения), значения которых занести в таблицу Б.1.

Таблица Б.1 - Сравнительные значения показателей, установленных на рейке высот, измеренных штангенциркулем и техническим средством ИП–297

Но- мер изме- рения	Наименование показателя	Значение показателя					
		Измеренные на рейке штангенциркулем			Разраб. измерит. ср-во ИП-297		
		повторность			повторность		
		1	2	3	1	2	3
	Высота препятствий, мм						
1							
2							
3							
..							
7							

Б.4.3 Механизмами регулировки и фиксации угла поворота и перемещением ползунов на неподвижном и подвижном кронштейнах установить рабочее положение для измерения возвышений на специальной рейке.

Б.4.4 На линии пути колеса технического средства ИП–297 установить специальную рейку с предварительно измеренными препятствиями различного размера.

Б.4.5 На столе рабочего места оператора включить ноутбук с установленной компьютерной программой и подсоединить к нему радиомодуль с антенной для приема радиоволн от электронного блока разработанного средства с беспроводной системой передачи импульсов от датчика угла в соответствии с приложением Г.

Б.4.6 В разделе окна программы «Параметры измерителя» (приложение Г) задать длину кронштейна ИП–297, она статична и составляет 0,7м.

Б.4.7 Измерить поверенной металлической линейкой длиной в один метр. (приложение Б) вертикальное расстояние от оси энкодера до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через центр измерительного колеса (основание колеса и основание рабочих органов (поверхность специальной рейки) должно находиться в одной горизонтальной плоскости) с точностью ± 1 мм, значение которого в метрах занести в специально разработанную программу компьютера в соответствии с приложением Г.

Б. 5 Операции при выполнении измерений

Б.5.1 Включить ИП–296 - блок обработки данных датчика угла поворота технического средства ИП–297.

Б.5.2 Подвижное средство с закрепленным на его раме техническим средством ИП–297 переместить по линии установленных препятствий в трехкратной повторности.

Б.5.3 Полученные результаты измерений, с применением средства измерения глубины погружения рабочих органов в почву, имеющего беспровод-

ную систему передачи, просмотреть на экране ноутбука, согласно приложения Г.

Б.6 Требования к оформлению результатов измерений

Б.6.1 Сравнительные результаты данных при лабораторных исследованиях оформляют таблицей Б.1.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Методика лабораторно-полевой проверки определения техническим средством ИП–297 глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин (орудий)

В.1 Назначение методики измерения

Настоящая методика предназначена для полевой оценки возможности измерения глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин (орудий) с применением технического средства ИП–297, включающим беспроводную систему приема импульсов от датчика угла и передачи к модулю USB – радио 433 МГц ИП-295 с антенной на ноутбук.

В.2 Средства, применяемые при измерении показателей

В.2.1 Средства контроля

Беспроводная система приема импульсов от датчика угла поворота электронным модулем ИП 296 и их передачи к модулю USB – радио 433 МГц ИП-295 с антенной на ПК

В.2.2 Вспомогательные средства:

- почвообрабатывающая машина (орудие);
- комплект приспособлений для установки технического средства ИП–297 с беспроводной системой ИП-296 к раме (брусу) почвообрабатывающей машины (орудия)
- ноутбук с программным обеспечением;
- линейка металлическая для измерения расстояний между возвышениями;
- уровень строительный алюминиевый 600 мм.

В.3 Условия проведения лабораторных исследований

В.3.1 Влажность исследуемых почв должна находиться в пределах от 10 до 30% и определяться с погрешностью измерения не превышающей $\pm 1\%$ ГОСТ 28268 [31]. Остальные условия применения технического средства для измерения глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий должны быть в соответствии с требованиями к почвенному фону для испытаний по ГОСТ 33687 [2], ГОСТ 20915[10], ГОСТ 33736 [12].

В.4 Операции при подготовке к выполнению измерений

В. 4.1 Техническое средство ИП–297, имеющее беспроводную систему передачи импульсов от датчика угла на электронные носители должно закрепляться на раме почвообрабатывающей машины или орудия и осуществлять процесс измерения, с определенным промежутком времени, фактической величины заглубления рабочих органов машин и орудий в процессе почвообработки.

В.4.2 Перед проведением измерений проверяется правильность и надежность крепления узлов собранного технического средства ИП–297.

В.4.3 Техническое средство ИП–297 с помощью крепежных приспособлений (при необходимости взять из комплекта приспособлений для крепления к раме (брусу)) закрепить на раме почвообрабатывающей машины (орудия).

Если рама (брус) своими плоскостями расположена под углом к поверхности почвы, для установки технического средства ИП–297 применить поворотное устройство из комплекта приспособлений для крепления к раме (брусу) почвообрабатывающей машины (орудия).

Одну из плоскостей поворотного устройства отрегулировать с помощью болта и двух гаек таким образом, чтобы она была расположена перпендикулярно поверхности почвы. К этой плоскости поворотного устройства присо-

единить с помощью четырех болтов и гаек накладку технического средства ИП–297.

В.4.4 Установить уровень рабочей поверхностью на почву так, чтобы опорное колесо технического средства ИП–297 и рабочий орган почвообрабатывающей машины (орудия) находились в одной плоскости. При этом отклонения пузырька продольной ампулы от среднего (нулевого) положения уровня не превышало $\frac{1}{2}$ деления.

В.4.5 Механизмами регулировки и фиксации угла поворота датчика и перемещением ползунов на неподвижном и подвижном кронштейнах установить и зафиксировать рабочее положение для измерения глубины обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий.

В.4.6 На столе рабочего места оператора включить ноутбук с установленной компьютерной программой и подсоединить к нему радиомодуль с антенной для приема радиоволн от электронного блока разработанного средства с беспроводной системой передачи импульсов от датчика угла (приложение Г).

В.4.7 Вертикальное расстояние от оси энкодера до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через центр измерительного колеса ИП–297 измерить поверенной металлической линейкой длиной в один метр (приложение А), значение которого занести в раздел программы «Параметры измерителя» ноутбука (приложение Г).

В.4.8 В разделе окна программы «Параметры измерителя» в соответствии с приложением Г задать длину кронштейна ИП–297, она статична и составляет 0,7м.

В.5 Операции при выполнении измерений

В.5.1 Включить ИП–296 – блок обработки данных датчика угла поворота технического средства ИП–297.

В.5.2 После установки технического средства ИП–297 на раму агрегата и включения модулей связи необходимо настроить программу обработки для приема данных, согласно приложения Г, и осуществлять движение МТА.

В.5.3 Операции по проведению и фиксации опыта проводить в соответствии с разделом «Порядок работы с программой» (приложение Г).

В.5.4 Предварительный просмотр и сохранение файлов с результатами опытов, полученных с применением технического средства ИП–297, осуществлять согласно приложению Г.

В.6 Требования к оформлению результатов измерений

В.6.1 Результаты данных при лабораторно-полевых исследованиях представить в табличной форме (таблица В.1).

Таблица В.1 - Результаты опытов для построения графической зависимости классового выглубления и заглубления рабочего органа почвообрабатывающей машины (орудия)

Наименование показателя	Значение показателя									
Опыт 1 (ход прямо)										
Классовые выглубления и заглубления, см										
Число промежутков в классовых выглублениях и заглублениях										
Расстояния в классовых выглублениях и заглублениях, м										
Опыт 2 (ход обратно)										
Число промежутков в классовых выглублениях и заглублениях										
Расстояния в классовых выглублениях и заглублениях, м										

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Программа обработки данных прибора ИП-296

**Технологический процесс функционирования ИП–297 в составе
почвообрабатывающих машин и орудий**

Процесс определения величины заглубления в почву рабочих органов при испытании почвообрабатывающих машин, орудий заключается в следующем.

Средство измерения ИП–297 с помощью крепежных соединений закрепляется на раме почвообрабатывающей машины (орудия).

Затем относительным перемещением двух ползунов с резьбовыми втулками по направляющему кронштейну и кронштейну с колесом основание шины колеса устанавливается в одной горизонтальной плоскости с основанием рабочих органов почвообрабатывающей машины (орудия) по отношению к ее раме (брусу).

**Предварительная подготовка оборудования для беспроводной
связи**

Радиомодуль (рисунок Г.1) подключается в свободный USB-порт ЭВМ (ПК или ноутбук).



Рисунок Г.1 – Радиомодуль для приема на ЭВМ данных по радиоканалу от блока обработки данных датчика угла поворота

Далее необходимо включить блок обработки данных датчика угла поворота (рисунок 2) путем нажатия на клавишу [○|−] на боковой панели, о включении будут сигнализировать светодиоды на верхней панели прибора.

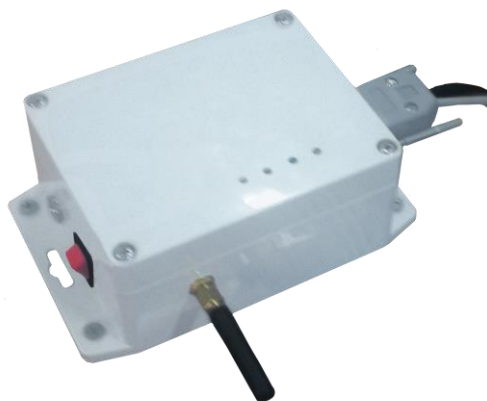


Рисунок Г.2 – Блок обработки данных датчика угла поворота

Настройка и работа с программой обработки данных измерителя глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий

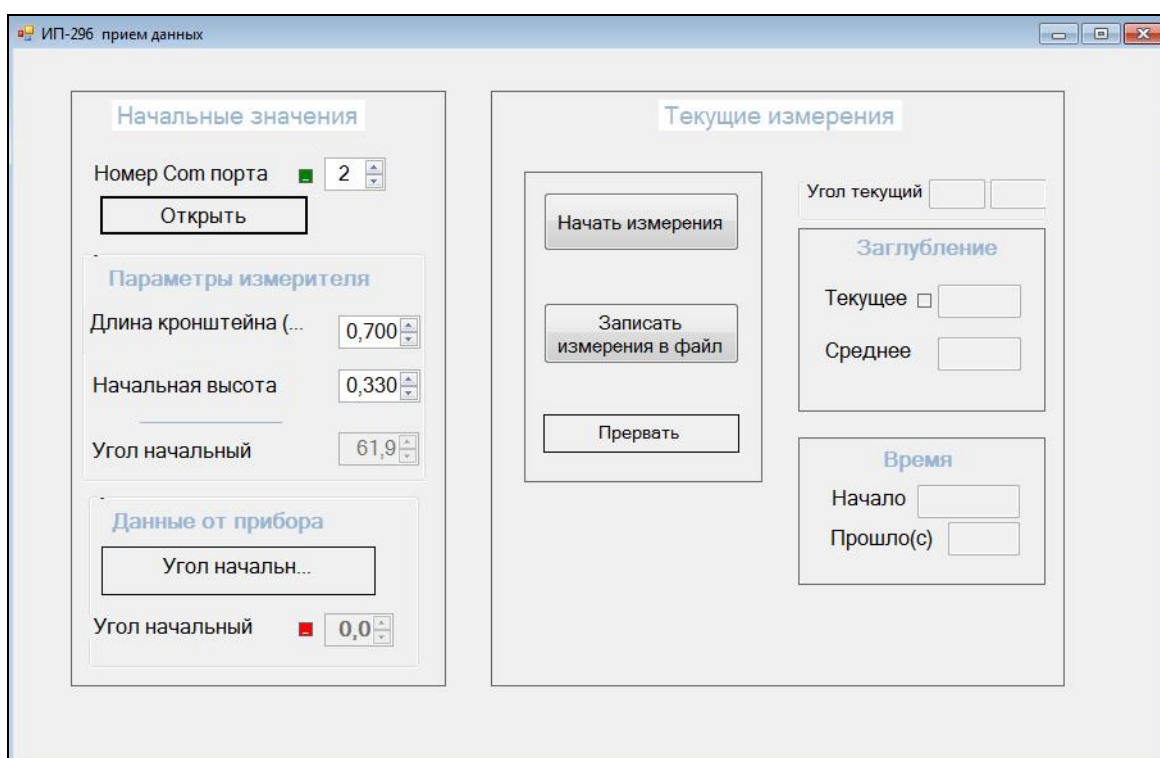


Рисунок Г.3 – Общий вид рабочего окна программы обработки данных измерителя глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий

Порядок работы с программой

После установки средства измерения на раму агрегата и включения модулей связи необходимо настроить программу обработки для приема данных.

Открыть USB-порт к которому подключен радиомодуль, произвести это путем выбора номера порта и нажать на кнопку «Открыть» в разделе «Начальные значения» (рисунок 4) рабочего окна программы.

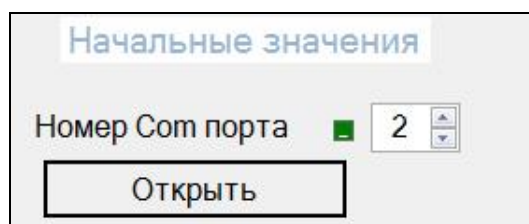


Рисунок Г.4 – Раздел «Начальные значения» рабочего окна программы

В случае, если номер порта выбран правильно, программа сообщит об этом (рисунок 5, а)), индикатор станет зеленым, в противном случае, программа выдаст информационное окно (рисунок 5, б)), с указанием доступных на устройстве портов.

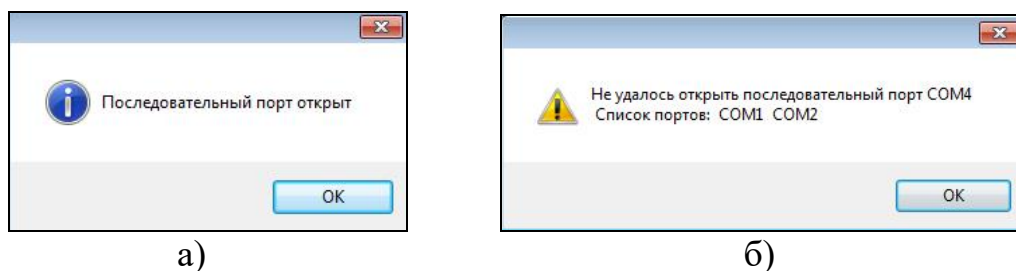


Рисунок Г.5 – Информационные окна программы при открытии USB-порта:
а) – порт выбран верно, б) – порт выбран неверно

Далее в разделе окна программы «Параметры измерителя» (рисунок 6) задается длина кронштейна, она статична и составляет 0,7м и начальная высота – вертикальное расстояние от оси энкодера до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через центр измерительного колеса (основание колеса и основание рабочих органов находятся в одной горизонтальной плоскости), в метрах.

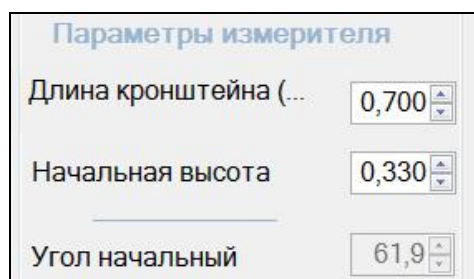


Рисунок Г.6 – Раздел «Параметры измерителя» рабочего окна программы

После установки параметров измерительного средства нужно сделать запрос начального положения угла энкодера, путем нажатия на кнопку «Угол

начальный» в разделе «Данные от прибора» (рисунок 7), об успешном окончании операции будет говорить индикатор, который станет зеленым и появившиеся значения начального угла.

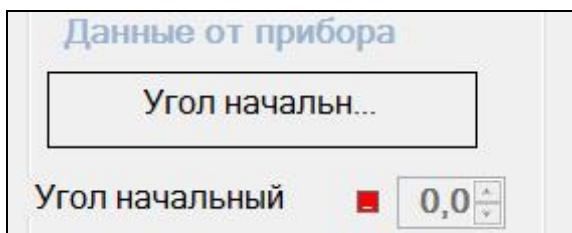


Рисунок Г.7 – Раздел «Данные прибора» рабочего окна программы

На этом предварительная подготовка закончена и можно приступать непосредственно к проведению измерений.

Раздел программы «Текущие измерения» (рисунок 8) состоит из области с кнопками управления «Начать измерения», «Записать измерения в файл» и «Прервать», а так же информационных блоков «Заглубление», «Время» и индикатора текущих значений угла поворота энкодера.

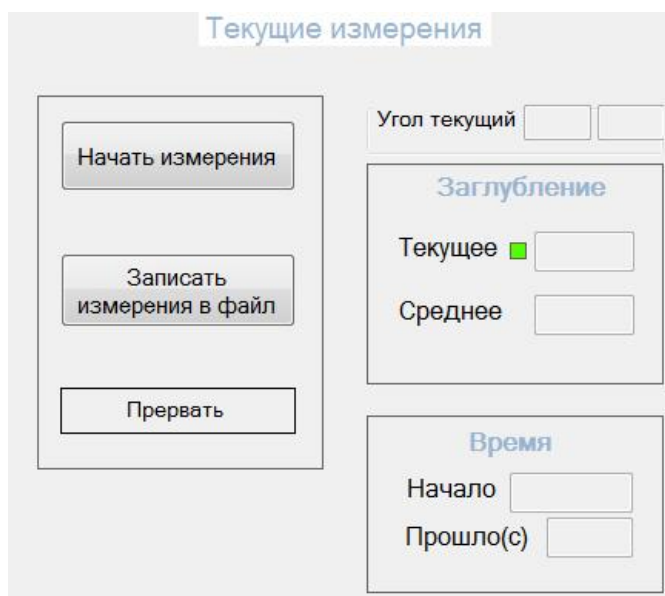


Рисунок Г.8 – Раздел «Текущие измерения» рабочего окна программы

Кнопка «Начать измерения» запускает систему в работу, при этом блок «Заглубление» информирует о текущих фактических показаниях измерительного средства, а так же показывает среднее значение уже полученных величин в режиме реального времени. Блок «Время» информирует о времени начала опыта и его длительности.

Чтобы закончить измерения, необходимо нажать кнопку «Прервать», после чего, если требуется сохранить полученные данные, нужно нажать кнопку «Записать измерения в файл» и выбрать директорию для сохранения