

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»)

УДК 631.3.009:004.428.4

Рег. № НИОКТР АААА-А20-120101490032-7



УТВЕРЖДАЮ

Врио директора

ФГБНУ «Росинформагротех»,

канд. юрид. наук

П.А. Подьяблонский

« 9 » декабря 2020 г.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Исследование и разработка мобильного цифрового твердомера почвы

Задание 2.1.9 Проведение исследований и разработка современного испытательного оборудования, приборного и программного обеспечения для оценки потребительских свойств высокотехнологичных машин

Тема 2.1.9.5 Проведение исследований и разработка мобильного цифрового твердомера почвы

Директор КубНИИТиМ

М.И. Потапкин

Руководитель НИР,
зав. лабораторией разработки
средств измерений и программного
обеспечения, д-р техн. наук

В.Е. Таркивский

Новокубанск 2020

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
зав. лабораторией разработки
средств измерений и программного
обеспечения, д-р техн. наук

 30.11.2020

В.Е. Таркивский
(введение, разделы 1, 4,
заключение)

Отв. исполнитель,
гл. науч. сотр., канд. техн. наук

 30.11.2020

Н.В. Трубицын
(раздел 2, Приложение Б)

Исполнители:
Науч. сотр.

 30.11.2020

Е.С. Воронин
(подразделы 3.1, 3.2, 3.3)

Инженер

 30.11.2020

В.Н. Слесарев
(приложение А)

Инженер

 30.11.2020

С.А. Волобуев
(подразделы 3.4, 3.5)

Нормоконтроль

 30.11.2020

В.О. Марченко

РЕФЕРАТ

Отчет 82 с., 1 кн., 46 рис., 9 табл., 29 источн., 2 прил.

ТВЕРДОМЕР, ПЛУНЖЕР, ШТОК, ТВЕРДОСТЬ, ПОЧВА, ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ

Объектом исследований является измеритель твердости почвы с привязкой к координатам поля.

Цель работы – создание макетного образца мобильного электронного твердомера для проведения агротехнической оценки, снижения трудоемкости и повышения достоверности определения твердости почвы в системе точного земледелия.

Методы исследования:

- метод электромеханического заглубления в почву и извлечения из нее плунжера твердомера посредством мотор-редуктора, шестерни и зубчатой рейки;
- определение глубины погружения плунжера в почву методом регистрации электрических импульсов от инкрементального энкодера осевого типа и измерения линейной скорости с применением программного обеспечения;
- определение координат проведения измерений твердости почвы с помощью многоканального устройства спутниковой навигации.

Результаты работы и новизна в том, что разработан мобильный электронный твердомер почвы, позволяющий вести мониторинг изменения твердости почвы в течении периода возделывания сельскохозяйственных культур с возможностью анализа влияния изменения твердости почвы на урожай.

На конструкцию измерителя твердости почвы получен патент на полезную модель № 199862 от 23.09.2020 г.

Степень внедрения заключается в механизации и автоматизации измерения твердости почвы с применением электронных средств.

Область применения – сельскохозяйственные предприятия, МИС, НИИ Минсельхоза России и конструкторские организации, занимающиеся разработкой и испытаниями машин и машинных технологий.

Эффективность – повышение достоверности и объективности определения твердости почвы с регистрацией результатов измерений на электронные носители информации с последующей их обработкой на ПК по специальной программе.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1 Состояние вопроса	9
2 Описание конструкции твердомера и технологического процесса	
измерения твердости почвы.....	13
2.1 Конструкция твердомера почвы	13
2.2 Конструкция электронного управляющего блока твердомера	20
2.3 Программное обеспечение твердомера	28
2.3.1 Режим работы	28
2.3.2 Настройка параметров	29
2.3.3 Контроль и проверка системы	33
2.4 Технологический процесс измерения твердости почвы	34
3 Лабораторные исследования.....	37
3.1 Методика лабораторных исследований.....	37
3.2 Оценка точности работы датчика силы.....	38
3.3 Оценка повторяемости определения географических координат	39
3.4 Оценка точности измерения глубины погружения плунжера.....	40
3.5 Оценка стабильности поступательного движения плунжера.....	42
4 Анализ результатов лабораторных исследований	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А Отчет о патентных исследованиях	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Патент на полезную модель.....	82

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие сокращения и обозначения:

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь

ВУЗ – высшее учебное заведение

ИИС – измерительная информационная система

МИС – машиноиспытательная станция

МТА – машинотракторный агрегат

МЭС – мобильное энергетическое средство

НИИ – научно-исследовательский институт

ПК – персональный компьютер

СЗУ – счетно-запоминающее устройство

СИ – средство измерения

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы согласно Постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 предусмотрено создание и внедрение современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур [1], в т. ч. технологий точного земледелия, которые будут направлены на получение устойчивого уровня урожайности сельскохозяйственных культур на неоднородных по своему плодородию участках поля, благодаря дифференцированному воздействию на ограничивающие урожайность факторы.

В настоящее время с развитием науки и техники в области сельского хозяйства разработка современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур невозможна без применения системы координатного [2] (точного) земледелия. Фактически ставится цель оптимального ведения растениеводства, что и позволяет сформулировать новый синоним координатного земледелия – «умное», которое должно быть основано на знаниях о плодородии почвы в разрезе его внутрислоевой неоднородности.

В современных условиях приоритетными направлениями исследований в области обработки почвы являются: оптимизация агрофизических свойств почвы, поддержание благоприятного для сельскохозяйственных культур фитосанитарного состояния, предупреждение эрозионных процессов, обоснование основных параметров и нормативно-технологических показателей обработки почвы (сроков, способов, глубины, качества обработки и т. д.).

С интенсификацией полевых процессов сельскохозяйственного производства возникла проблема уплотняющего воздействия машинно-тракторных агрегатов на почву. Многократные проходы по полю тракторов, комбайнов и другой мобильной техники привели к распылению верхнего и уплотнению нижнего слоев почвы, что отрицательно повлияло на ее плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. При проведении сельскохозяй-

ственных работ ходовые системы машинно-тракторных агрегатов покрывают следами от 40 % до 80 % поверхности поля, а поворотные полосы подвергаются 8–10-кратному воздействию. Из-за увеличения массы тракторов и сельхозмашин уплотняется не только пахотный, но и подпахотный горизонты на глубину 1–1,5 м. В результате уплотнения усиливаются эрозионные процессы, объемная масса почвы и ее сопротивление обработке повышаются соответственно в 1,5–2 и 1,3–1,9 раза, снижается общая и капиллярная пористость плодородного слоя. Повышение плотности и твердости почвы ведет к снижению жизнедеятельности почвенной микрофлоры и, в конечном результате, к недобору 20 %–40 % урожая.

Твердость почвы – механическая прочность, сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела. Твердость в значительной мере определяется связностью почвы. Величину твердости устанавливают специальными приборами – твердомерами; выражается она в кг/см². Чем выше твердость, тем хуже агрофизические свойства почвы, тем больше требуется затрат на обработку, тем хуже условия для появления всходов и роста растений. Величина твердости почвы определяет затраты на ее обработку.

Современный уровень развития сельского хозяйства диктует необходимость совершенствования методов и средств определения твердости почв, применение информационных технологий и средств автоматизации. Автоматизация мониторинга твердости почвы, оперативность получения и обработки результатов позволит значительно улучшить контроль за состоянием почвы. Применение твердомеров почвы описанных выше связано с использованием большого количества людских ресурсов для получения исходных результатов, большого времени для обработки и анализа полученных результатов. В то же время процессы, происходящие в почве, не стоят на месте и, к моменту получения обработанных результатов, они могут стать не актуальны [3].

С применением системы координатного земледелия перед сельскохозяйственной наукой и практикой стоит задача расширенного воспроизводства почвенного плодородия, следовательно необходимо максимально увеличить объем получаемых данных и возможности наложения этих данных на карту внутриполевой неоднородности почвы.

При разработке нового измерителя твердости почвы (твердомера почвы) основной упор был сделан на механизацию и автоматизацию технологического процесса определения твердости почвы, обеспечивающего равномерность погружения плунжера в почву на глубину не менее 400 мм при нагрузке на плунжер в пределах от 20 до 70 кг/см² и обеспечение проведения измерений в выбранных координатах исследуемого поля в течении всего полевое сезона применительно к системе точного земледелия.

Цель работы – создание макетного образца мобильного электронного твердомера для проведения агротехнической оценки, снижения трудоемкости и повышения достоверности определения твердости почвы в системе точного земледелия.

1 Состояние вопроса

Основным видом сельскохозяйственного производства является обработка почвы. Параметры почвы определяют развитие растений и оказывают влияние на динамику урожайности. При этом одним из агротехнических параметров является твердость почвы.

Твердость почвы – важный показатель характеристики поля, оказывающая механическое сопротивление рабочим органам почвообрабатывающих и посевных машин, а также развивающейся корневой системе растений, влияющая на всхожесть семян и развитие растений, определяющая водный, воздушный и тепловой режим почвы [4]–[9].

Между удельным сопротивлением почвы и тяговым сопротивлением сельскохозяйственных машин, с одной стороны, и твердостью почвы – с другой, существуют количественные соотношения, которые определяют тяговые усилия и потребность в горюче-смазочных материалах [10]–[12].

Для определения твердости почвы служат твердомеры, пенетрометры, плотномеры и другие приборы различной конструкции [13], [14]. Устройство ряда приборов основано на том, что плунжер входит в почву либо под действием удара при падении самого прибора вместе с плунжером, либо плунжер находится в покое, а вхождение его в почву вызывается ударом падающего груза постоянного веса.

На действии сил тяжести прибора или груза основано устройство большинства твердомеров (приложение А). Под действием физических сил и сил тяжести оператора работают твердомеры Ревякина, Алексева и Качинского. В конструкциях твердомеров Горячкина, ВИСХОМА и ИП-232 (ФГНУ «РосНИИТиМ») применяется ручной механический привод. Для измерения твердости почвы служат силоизмерительные пружины, а регистрация значений твердости почвы осуществляется самописцами, динамометрами и манометрами.

Рабочими органами в конструкциях рассмотренных твердомеров являются штоки с плунжером. Длина штока эквивалентна глубине погружения плунжера в почву и определяется агротехническими требованиями. По форме плунжеры бывают цилиндрические, шарообразные (на сдавливание), в виде трехгранного клина и конические с различными углами при вершине (на расклинивание).

Для различной твердости почвы применяют плунжеры с соответствующей площадью поперечного их сечения 1; 2; 2,8 см² и более.

Для проникновения в почву используются параметры плунжера (конуса) и коэффициенты, а при использовании силоизмерительных пружин - постоянные пружин.

Показателем твердости может служить глубина погружения плунжера от одного удара груза в 1 кг. Твердость почвы при расклинивающем сопротивлении или сдавливании выражают в кПа, а также – удельной работой (в кг/см²), характеризующей величину сопротивления. В случае работы с цилиндрическим плунжером расчет средней твердости почвы может производиться как отношение действующей силы (массы) к вытесненному объему.

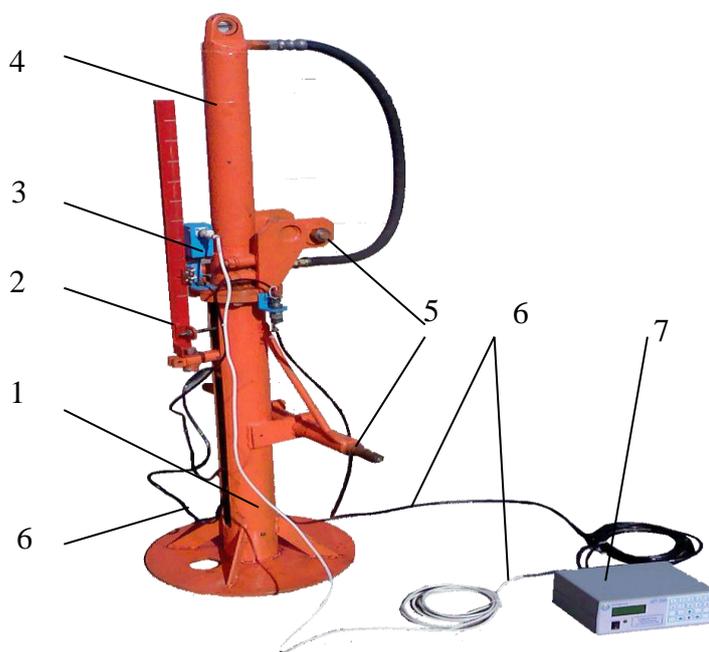
Перечисленные выше твердомеры относятся к конструкциям ручного принципа действия, что обуславливает трудоемкость и ограниченность их использования при проведении мониторинга твердости почвы на всей площади поля для системы точного земледелия.

Кроме того, необходима тарировка пружин твердомеров и периодическое построение тарировочных кривых, так как жесткость пружин не постоянна. Процесс построения кривых твердомера, использование их при обработке данных, снятых при измерении и вычислении твердости почвы, и получение информации связано с большим объемом работы.

С целью устранения указанных выше недостатков в ФГНУ «РосНИИ-ТиМ» был разработан твердомер ИП-267, применяемый в составе энергетического средства (МТЗ-80) [15], [16]. Общий вид твердомера и твердомера в составе МТЗ-80 приведен на рисунке 1.



а) общий вид устройства твердомера ИП-267



- 1 – корпус; 2 – мерная рейка; 3 – оптопара; 4 – гидроцилиндр;
 5 – приспособление для соединения с навеской трактора;
 6 – электрические кабели, 7 – СЗУ

б) твердомер ИП-267 в составе энергосредства (МТЗ-80)

Рисунок 1 – Твердомер ИП-267

В твердомере ИП-267 используется гидравлический привод штока с плунжером. Измерение твердости почвы осуществляется с применением си-
 лоизмерительного тензометрического датчика, который формирует сигнал

пропорционально твердости почвы. Сигнал усиливается и с выхода аналого-цифрового преобразователя подается на вычислитель. Вычислитель, получая импульс с оптического датчика через каждые 50 мм погружения плунжера, производит выборки значений твердости, передающиеся в основной микроконтроллерный блок СЗУ с энергонезависимой памятью.

Дальнейшим совершенствованием твердомера ИП-267 являлось упрощение его конструкции, внедрение электромеханического привода штока с плунжером и улучшенных электронных средств регистрации и обработки результатов измерений твердости почвы.

Основным недостатком существующих твердомеров почвы является сложность их использования в системе точного земледелия. Применяемые в сельскохозяйственном производстве твердомеры и пенетрометры почвы не позволяют составлять карты изменения твердости почвы в поле до и после прохода почвообрабатывающей и уборочной техники, что послужило бы основой выявления зависимостей между твердостью и неоднородностью плодородия почвы [17]–[21].

При разработке макетного образца твердомера почвы были учтены выявленные недостатки существующих технических средств и разработан новый электронный блок управления твердомером, способный запоминать результаты измерений в координатах поля и создавать электронные карты твердости поля с использованием языка разметки Keyhole для геобраузеров типа «Google Earth».

2 Описание конструкции твердомера и технологического процесса измерения твердости почвы

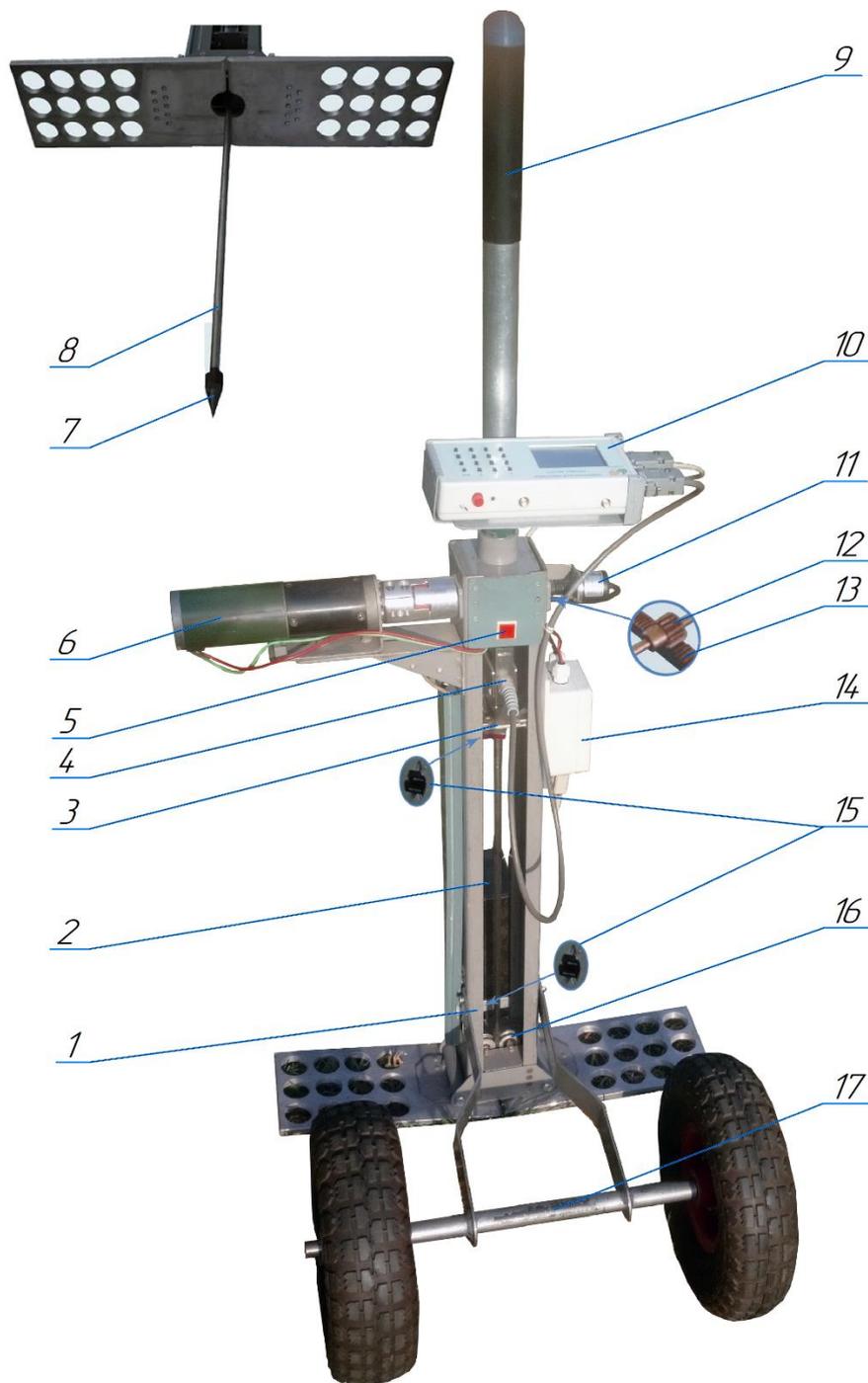
2.1 Конструкция твердомера почвы

Разработанный твердомер почвы предназначен для измерения твердости почвы при погружении плунжера на глубину до 400 мм [22, приложение Б].

Твердомер почвы (рисунок 2) состоит из корпуса с опорным устройством 1; реверсивного мотор-редуктора 6 и инкрементального энкодера осевого типа (датчик угла положения) 11, закрепленных к корпусу кронштейнами и совмещенными посредством муфт с валом; зубчатой рейки 13, шестерни 12, установленной на валу, тензометрического датчика 4; штока 8; плунжера 7, датчиков крайнего положения 14; направляющей каретки 3; аккумуляторной батареи 2; кронштейна с прижимными роликами 15 для штока, электронного блока управления 10; кожуха зубчатой рейки 9 и аварийного выключателя 5.

Плунжер 7 измерителя твердости почвы с внутренней резьбой навинчивается на внешнюю резьбу штока 8, установленного внутри корпуса.

Техническая характеристика измерителя твердости почвы приведена в таблице 1.



1 – корпус с опорным устройством; 2 – аккумуляторная батарея;
 3 – направляющая каретка; 4 – тензометрический датчик; 5 – аварийный выключатель;
 6 – реверсивный мотор-редуктор; 7 – плунжер; 8 – шток; 9 – кожух зубчатой рейки – ручка;
 10 – электронный блок с пультом управления и микроконтроллерным СЗУ; 11 – инкрементальный энкодер осевого типа (датчик угла поворота); 12 – шестерня; 13 – зубчатая рейка; 14 – силовой блок; 15 – оптопары; 16 – кронштейн с прижимными роликами;
 17 – ось с опорными колесами

Рисунок 2 – Общий вид измерителя твердости почвы

Таблица 1 – Техническая характеристика измерителя твердости почвы

Наименование показателя	Значение показателя
Тип устройства	Мобильный
Напряжение электропитания, В	12
Число опытов, сохраняемых в энергонезависимой памяти СЗУ, шт., не менее	1000
Погрешность определения географических координат (при наличии не менее 10 спутников), не менее, м	$\pm 1,5$
Глубина погружения плунжера в почву, мм	от 0 до 400
Диапазон измерений сопротивления почвы плунжеру, МПа	от 0 до 10
Погрешность измерения силы сопротивления почвы плунжеру, %, не более	0,5
Датчик измерений твердости почвы	Тензометрический
Датчик измерений хода погружения плунжера в почву	Оптический энкодер
Интервал измерений хода погружения плунжера в почву, мм	10
Абсолютная погрешность измерения интервала погружения плунжера в почву, мм, не более	$\pm 1,5$
Площадь поперечного сечения плунжера, см ²	0,5; 1,0
Привод штока плунжера	Реверсивный мотор-редуктор
Средняя скорость погружения плунжера в почву, м/с	0,01
Габаритные размеры устройства в рабочем положении, мм: - высота - ширина - длина	1165 \pm 2 545 \pm 1,5 125 \pm 1
Габаритные размеры устройства в транспортном положении, мм: - высота - ширина - длина	1165 \pm 2 545 \pm 1,5 125 \pm 1
Обслуживающий персонал, чел.	1
Масса твердомера, не более, кг	15

Основные электромеханические, электронные и механические компоненты разработанного твердомера приведены на рисунках 3–10.



Рисунок 3 – Реверсивный мотор-редуктор

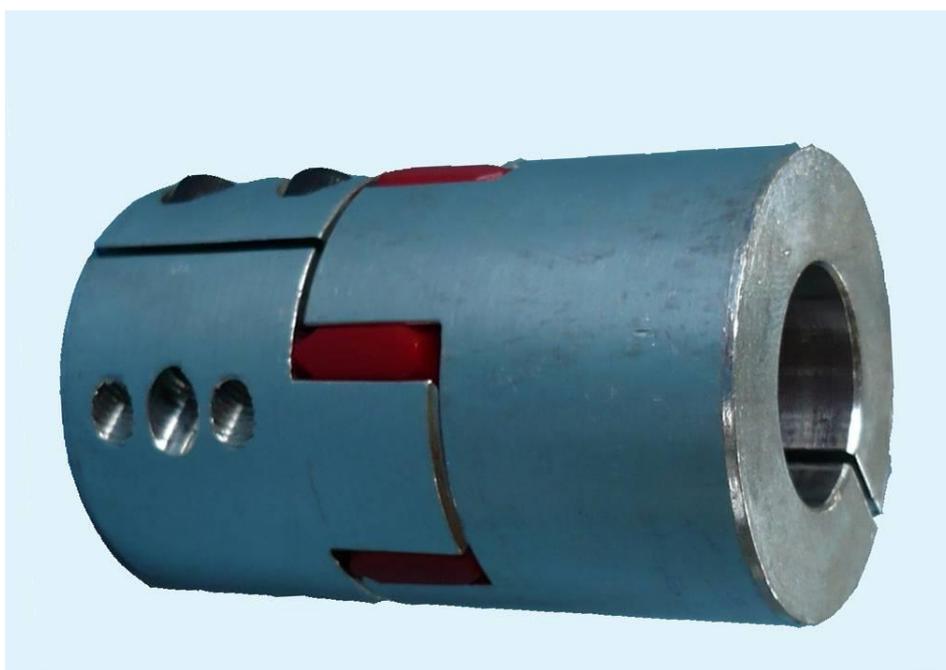
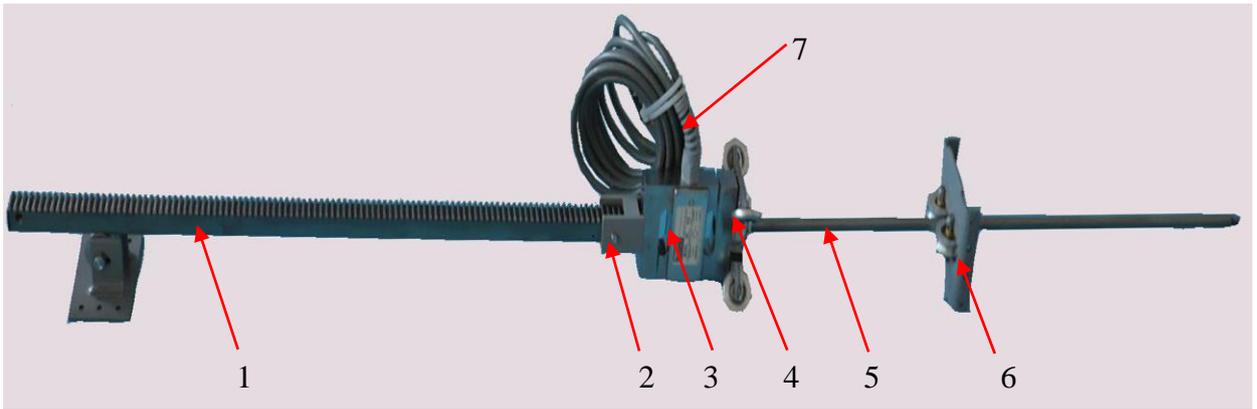


Рисунок 4 – Муфта гибкая



1 – зубчатая рейка; 2 – кронштейн; 3 – тензометрический датчик; 4 – направляющая каретка; 5 – шток; 6 – кронштейн с направляющими роликами; 7 – соединительный кабель

Рисунок 5 – Основные движущиеся механические элементы

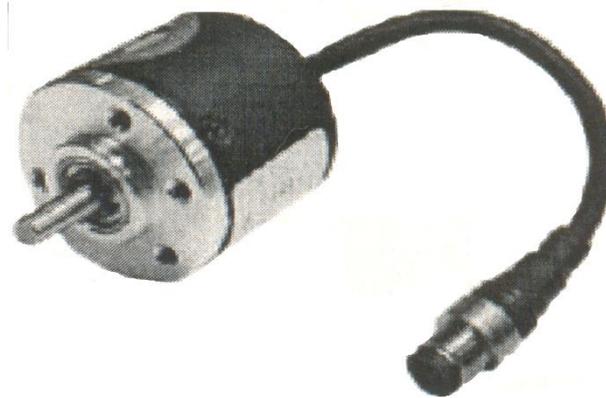


Рисунок 6 – Инкрементальный роторный энкодер осевого типа



Рисунок 7 – Тензометрический датчик силы на 100 кг



Рисунок 8 – Кронштейн с направляющими роликами



Рисунок 9 – Кронштейны с прижимными роликами зубчатой рейки и штока

Общий вид типов наконечников плунжеров измерителя твердости почвы приведен на рисунке 10.

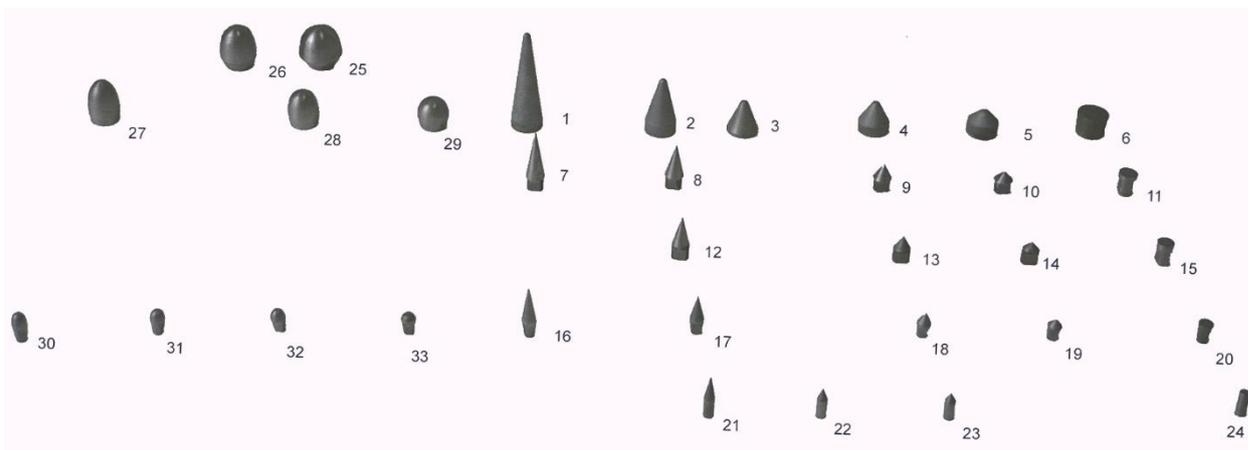


Рисунок 10 – Типы наконечников плунжеров твердомера почвы

Параметры наконечников плунжеров, показанных на рисунке 10, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры наконечников плунжеров

Плунжеры конической формы				
Номер плунжера	Площадь поперечного сечения основания S , см ²	Высота h , мм	Диаметр основания d , мм	Угол при вершине конуса, ...°
1	6,29	85,0	28,3	15
2	6,29	45,0	28,3	30
3	6,29	30,0	28,3	45
4	6,29	25,0	28,3	60
5	6,29	15,0	28,3	90
7	2	46	16	20
8	2	31	16	30
9	2	15,4	16	55
10	2	8	16	90
12	1,5	25,5	14	30
13	1,5	12,0	14	60
14	1,5	7,0	14	90
16	1,0	32,5	11,3	20
17	1,0	20,6	11,3	30
18	1,0	9,7	11,3	60
19	1,0	5,8	11,3	90
21	0,5	17,5	8	25
22	0,5	9,25	8	45
23	0,5	6,68	8	60

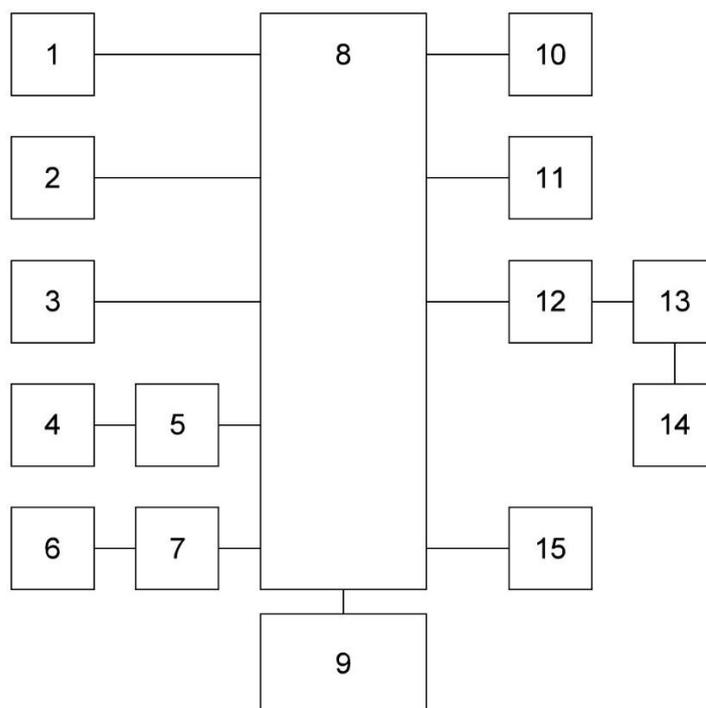
Окончание таблицы 2

Номер плунжера	Площадь поперечного сечения основания S , см ²	Высота h , мм	Диаметр основания d , мм	Большая полуось b /малая полуось a , мм
Плунжеры полуэллипсоидной формы				
25	12,56	28,3	40	1,4
26	9,07	28,3	34	1,66
27	6,29	28,3	28,3	2
28	6,29	20,0	28,3	1,4
30	1,0	11,3	11,3	2
31	1,0	8	11,3	1,4
32	1,0	7,9	11,3	1,4
Плунжеры в форме полусферы				
29	6,29	14,15	28,3	1
33	1,0	5,65	11,3	1
Плунжеры цилиндрической формы				
6	6,29	-	28,3	-
11	2	-	16	-
15	1,5	-	14	-
20	1,0	-	11,3	-
24	0,5	-	8	-

2.2 Конструкция электронного управляющего блока твердомера

Электронный управляющий блок измерителя твердости почвы создан с учетом передового опыта в разработке средств измерений и возможностей современных электронных компонентов [23]–[27]. Структурная схема электронного блока приведена на рисунке 11.

Электронный блок (рисунок 12) предназначен для управления работой твердомера, обработки сигналов тензометрического датчика и датчиков положения, фиксации в энергонезависимой памяти измеренных значений твердости почвы и координат места проведения измерений, предварительной обработки полученных результатов с последующей передачей на ноутбук или персональный компьютер.



1 – датчик положения «верх»; 2 – датчик положения «низ»; 3 – инкрементальный энкодер; 4 – тензометрический датчик; 5 – АЦП; 6 – реверсивный двигатель с редуктором; 7 – модуль управления двигателем; 8 – микроконтроллер STM32F407; 9 – дисплей; 10 – модуль GPS/ГЛОНАСС; 11 – радио-модуль ; 12 – модуль питания; 13 – аккумулятор; 14 – модуль заряда аккумулятора; 15 – клавиатура

Рисунок 11 – Структурная схема измерителя твердости почвы



Рисунок 12 – Электронный блок управления твердомера почвы

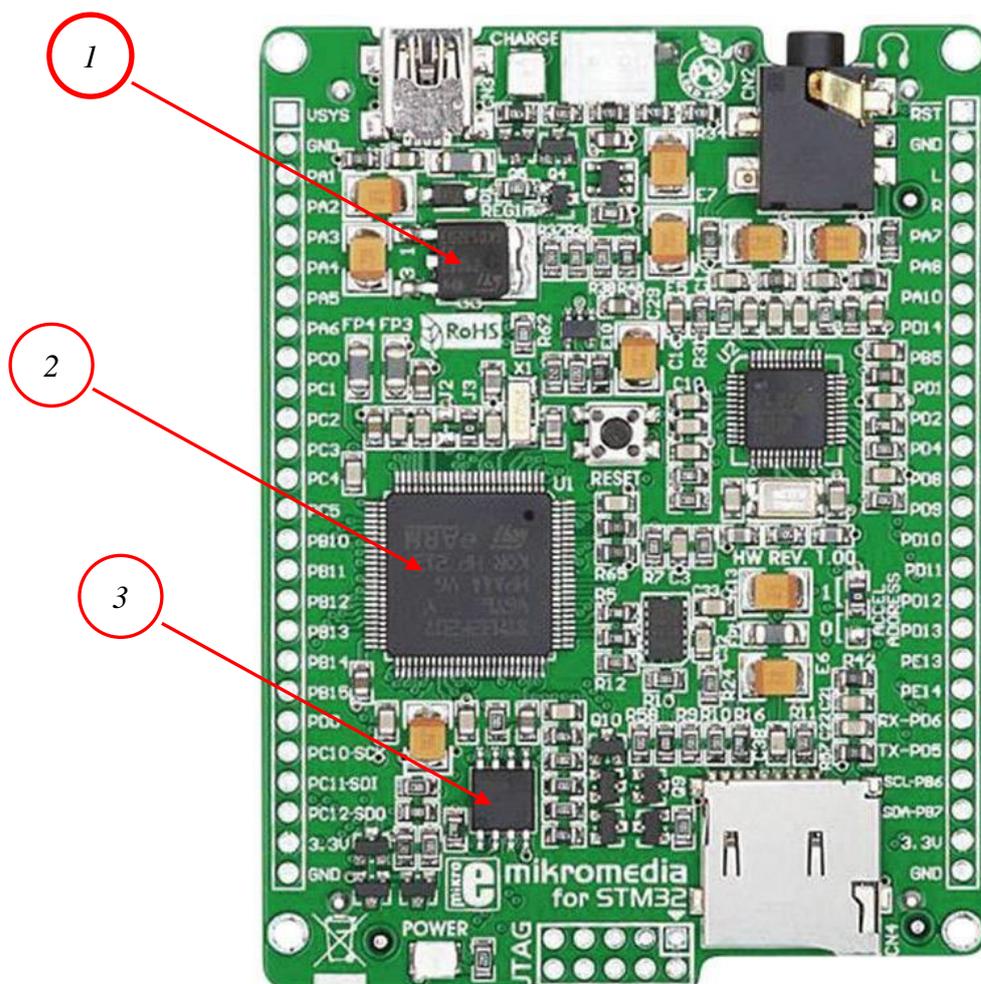
Основным элементом электронного блока является мультимедийная плата «Mikromedia M4» (рисунок 13).

Плата «Mikromedia M4» имеет цветной дисплей 320×240 точек с сенсорным экраном и диагональю 2,8" и встроенный видеоконтроллер ILI 9341 которые позволяют создавать полноценные мультимедийные приложения.



Рисунок 13 – Мультимедийная плата «Mikromedia M4»

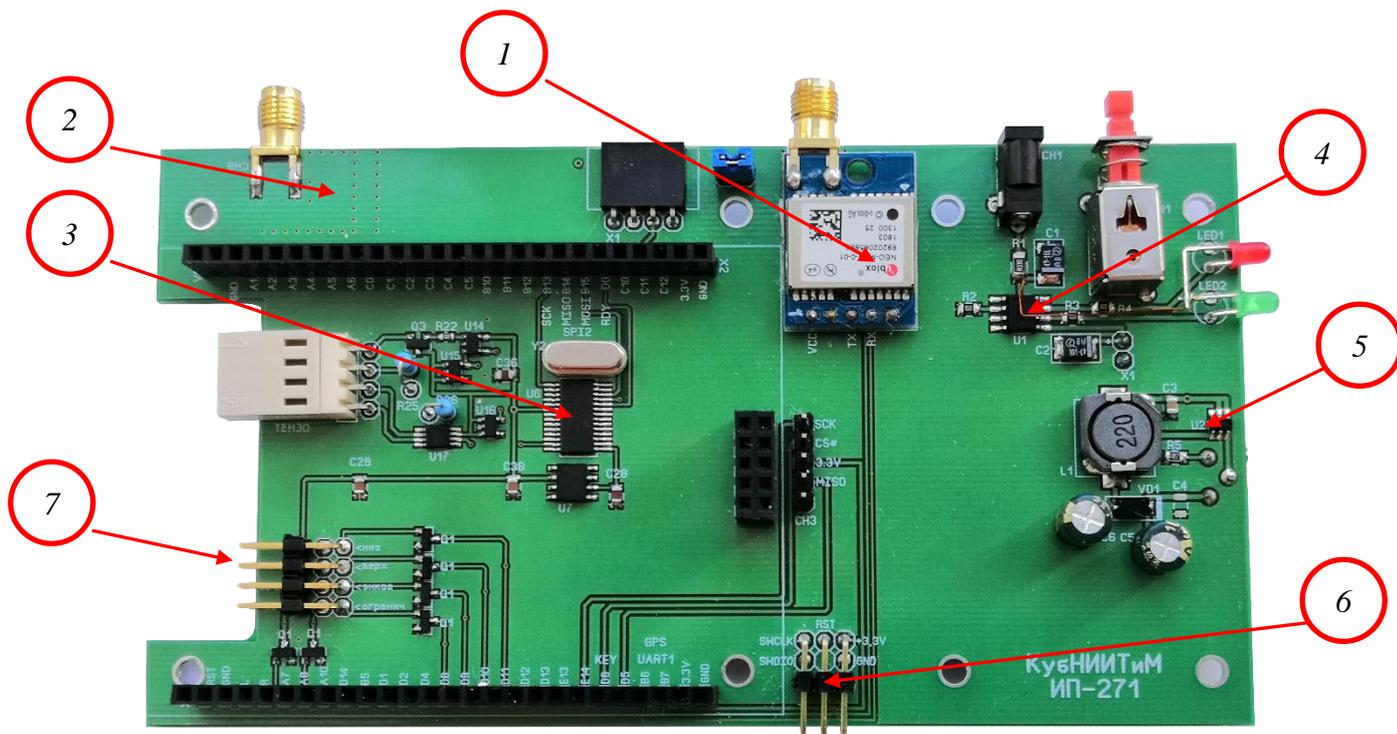
Мультимедийная плата «Mikromedia M4» (рисунок 14) построена на базе микроконтроллера STM32F407 2 с частотой до 168 МГц, имеет 1 Мбайт энергонезависимой флэш-памяти 3, 128 Кб оперативной памяти, обладает низким энергопотреблением – что позволяет разрабатывать на ее базе устройства с большими вычислительными возможностями.



1 – стабилизатор напряжения 3,3 В; 2 – микроконтроллер STM32F407VGT6;
3 – флэш-память 8 Мбит EN25F80

Рисунок 14 – Мультимедийная плата «Mikromedia M4» вид со стороны контроллера

Плата «Mikromedia M4» устанавливается на разъем центральной платы электронного блока (рисунок 15). На центральной плате размещены модуль системы глобального позиционирования 1, модуль беспроводной передачи данных 2, микросхема аналого-цифрового преобразователя 3, контроллер заряда аккумулятора 4 – выполненный на микросхеме TP4056, DC/DC преобразователь 5 напряжения аккумулятора в стабилизированное напряжение 5 В и разъемы для подключения программатора 6, датчиков и управления мотор-редуктором 7 [28].



- 1 – модуль GPS/ГЛОНАСС; 2 – радио-модуль HC-12; 3 – микросхема АЦП AD7734\$
 4 – микросхема контроля заряда батареи; 5 – преобразователь питания на 5 В;
 6 – разъем подключения программатора;
 7 – разъем для подключения датчиком и силового блока управления мотор-редуктором

Рисунок 15 – Центральная плата электронного блока твердомера

Для определения географических координат при проведении измерений твердости почвы с точностью, необходимой для системы точного земледелия, в электронном блоке твердомера применен модуль GPS/ГЛОНАСС/ГАЛИЛЕО «NEO-M8N» (рисунок 16). Самыми главными положительными сторонами этого устройства являются высокая чувствительность, низкий уровень потребления энергии, что немаловажно для портативных устройств, и отличная скорость при обновлении информации. При помощи «Neo M8N» можно добиться высокой точности результатов в позиционировании за счет поддержки одновременной работы нескольких систем. В модуле реализован доступ к системам глобального позиционирования GPS, ГЛОНАСС и ГАЛИЛЕО.



Рисунок 16 – модуль «NEO-M8N»

Навигационный модуль имеет следующие преимущества:

- возможность работы с несколькими системами глобального позиционирования;
- быстрый старт модуля в течении 1,5 секунд;
- высокая скорость обновления географической информации (10^{-1} с);
- высокая точность (погрешность определения скорости $\pm 0,05$ м/с).

Передача результатов произведенных измерений на ноутбук или персональный компьютер может осуществляться с помощью радио-модуля НС-12 (рисунок 17). Радио-модули НС-12 построены на трансивере (приемопередатчике) Si4463, и микроконтроллере серии STM8S, трансивер обеспечивает двунаправленную радиосвязь, а микроконтроллер образует прозрачный интерфейс передачи данных, что позволяет организовать беспроводной последовательный интерфейс. Максимальная дальность связи может достигать 1,5 км на открытой местности.

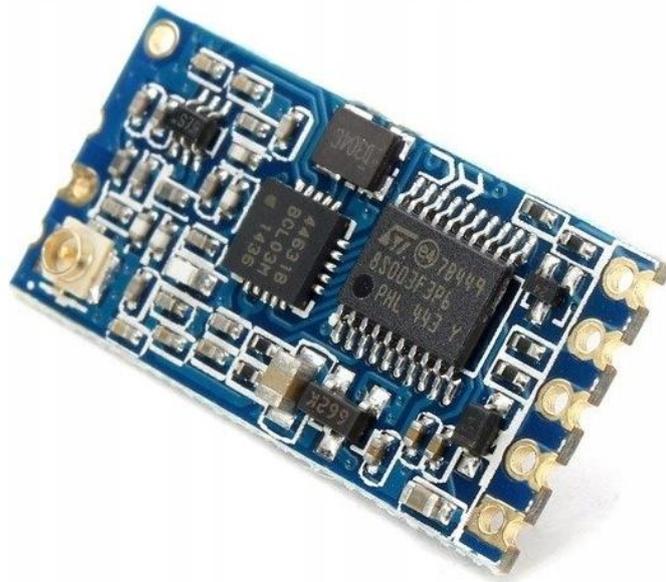


Рисунок 17 – Радио-модуль НС-12

Настройку и калибровку электронного блока твердомера можно проводить с помощью экранного меню и сенсорного экрана или с помощью 16-ти кнопочной клавиатуры, подключаемой к центральной плате и работающей через интерфейс SPI (рисунок 18).

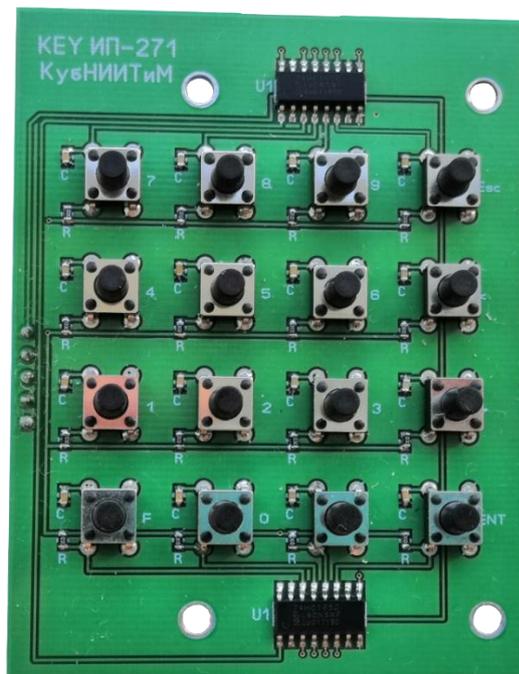


Рисунок 18 – Плата кнопочной клавиатуры

Для создания необходимого усилия на штоке с плунжером в конструкции твердомера используется мотор-редуктор с напряжением питания 12 В с асинхронным электродвигателем постоянного тока. Для обеспечения реверсивного движения штока мотор-редуктор подключается к модулю коммутации (рисунок 19).



Рисунок 19 – Модуль коммутации

В модуле коммутации расположена плата с электромагнитными реле и разъемы для подключения к источнику питания (рисунок 20). Также на плате коммутации располагаются разъемы для подключения инкрементального энкодера, датчиков положения плунжера и тензOMETрического датчика.

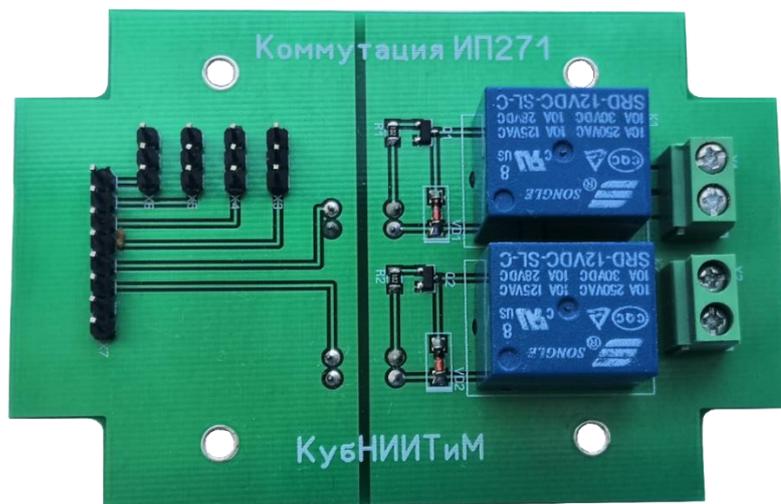


Рисунок 20 – Плата коммутации

2.3 Программное обеспечение твердомера

Встроенная программа для электронного блока управления написана на языке «MikroBasic 4.5.2» [29]. Программа скомпилирована для микроконтроллера STM32F405 и записана во встроенную память. Программа выполняет следующие основные функции:

- опрос микросхемы АЦП AD7734 с заданной частотой и определение усилия на штоке;
- опрос состояния датчиков крайних положений штока;
- опрос энкодера и определение глубины погружения штока плунжера в почву;
- фиксация географических координат места измерения твердости;
- создание карты твердости почвы в поле;
- передача информации по проводному и беспроводному интерфейсу;
- настройка различных параметров и калибровка датчиков;
- запись и загрузка при включении настроек из встроенной энергонезависимой памяти.

Для формирования графического оконного интерфейса и поддержки сенсорного экрана при написании программы использована специализированная среда программирования «Visual TFT 4.0».

2.3.1 Режим работы

Основной рабочий экран твердомера отображен на рисунке 21. На рабочем экране отображается ход погружения штока в почву и величина сопротивления почвенных слоев пенетрации. Из рабочего экрана можно перейти в окна настроек параметров опыта и просмотреть результаты измерений.

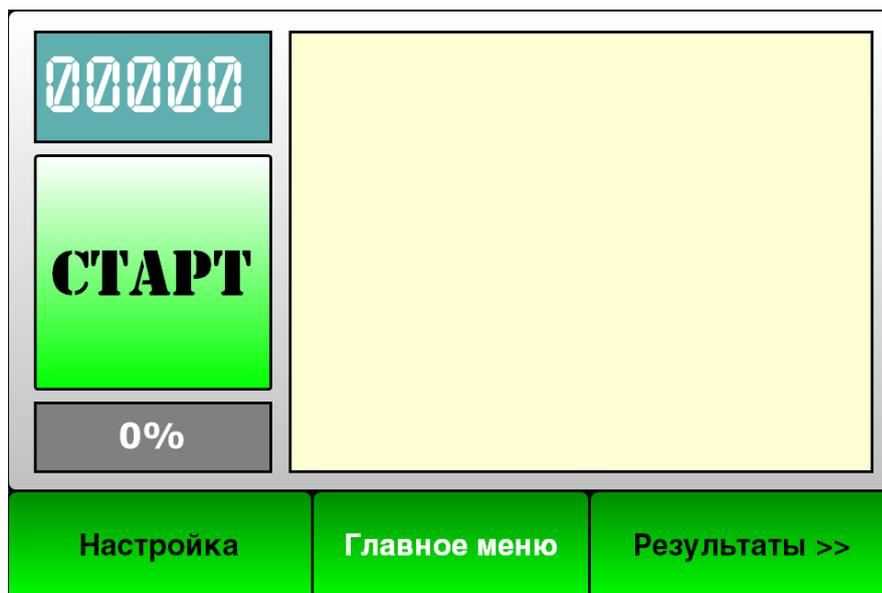


Рисунок 21 – Рабочий экран твердомера

2.3.2 Настройка параметров

Параметры проведения опыта можно настроить из окна «Настройка опыта» (рисунок 22). Это окно можно вызвать через кнопку «Настройка» в главном окне опыта (рисунок 21).

В окне настройка опыта можно выбрать номер аппаратного канал АЦП тензометрического датчика силы сопротивления почвы пенетрации. По умолчанию выставлен канал № 0. Есть возможность изменить шкалу отображения силы, выставить длительность опускания плунжера в почву, частоту опроса АЦП и опцию автоматического запуска окна опыта при включении.

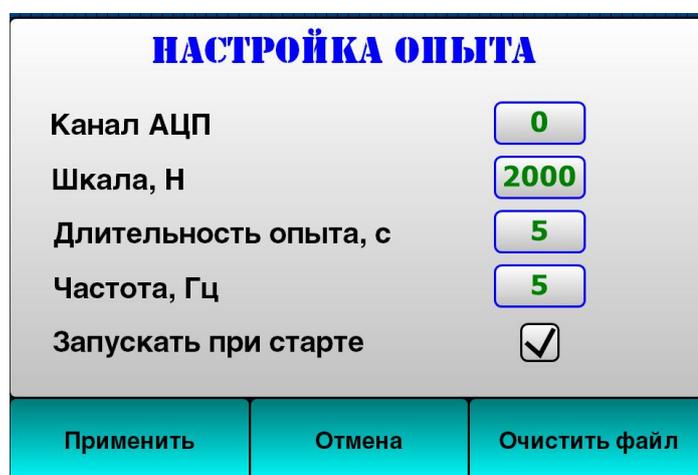


Рисунок 22 – Окно настроек параметров опыта

Доступ ко всем элементам программного обеспечения электронного блока твердомера можно осуществить из окна «Системные настройки» (рисунок 23).



Рисунок 23 – Окно системных настроек

Перед началом сезона полевых работ или в случае замены тензометрического датчика силы необходимо провести его калибровку (рисунок 24). Калибровка заключается в определении коэффициента преобразования значений АЦП в ньютоны или килограммы.



Рисунок 24 – Окно калибровки АЦП

Калибровка проводится по двум точкам. Сначала необходимо разгрузить тензодатчик и нажать кнопку баланса «>0<». Затем с помощью стенда ИП-272 (рисунок 25) задать величину не менее 60 % от максимального усилия, на которое рассчитан датчик силы. В поле «Нагрузка» необходимо указать эту величину и нажать кнопку «Рассчитать».

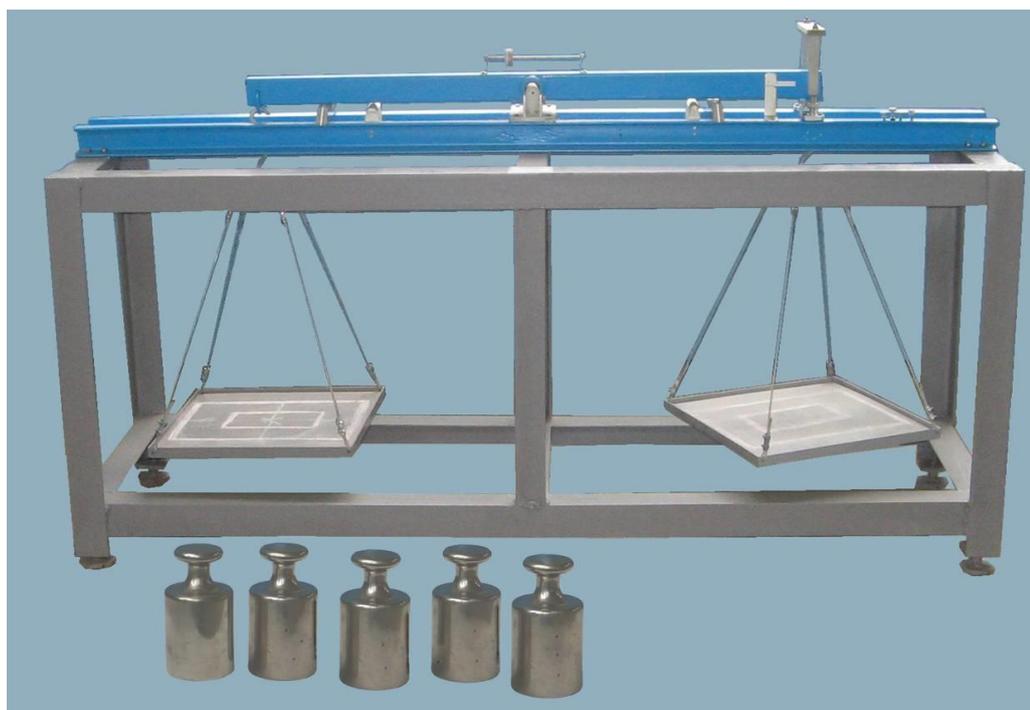


Рисунок 25 – Стенд для градуировки тензометрических датчиков силы ИП-272

Включить различные дополнительные опции твердомера можно в окне «Системные настройки» (рисунок 26). Зайти в это окно можно выбрав пункт «Система».

В этом окне можно включить электронные компоненты твердомера (АЦП, GPS), а также разрешить поворот экрана электронного блока в случае смены его положения, показ заряда батареи и дополнительную внешнюю USB-клавиатуру.

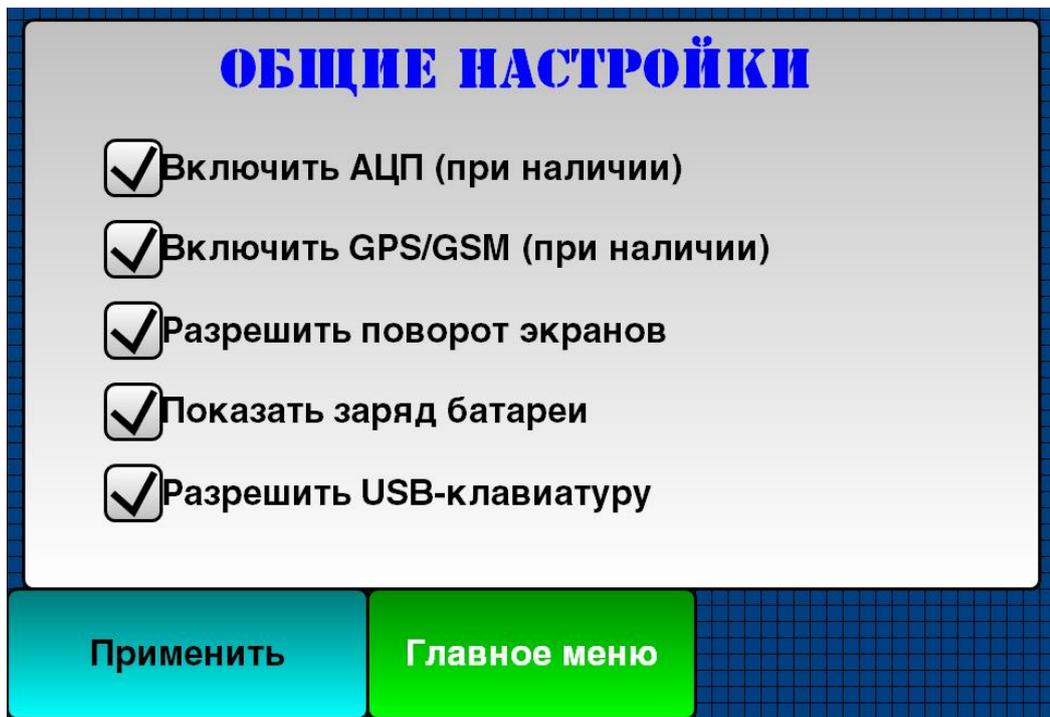


Рисунок 26 – Общие настройки

С целью ограничения доступа к настройкам параметров твердомера и защиты результатов измерений можно установить пароль на вход в электронный блок твердомера (рисунок 27). Вход в настройки безопасности осуществляется выбором пункта «Пароль» окна «Системные настройки».

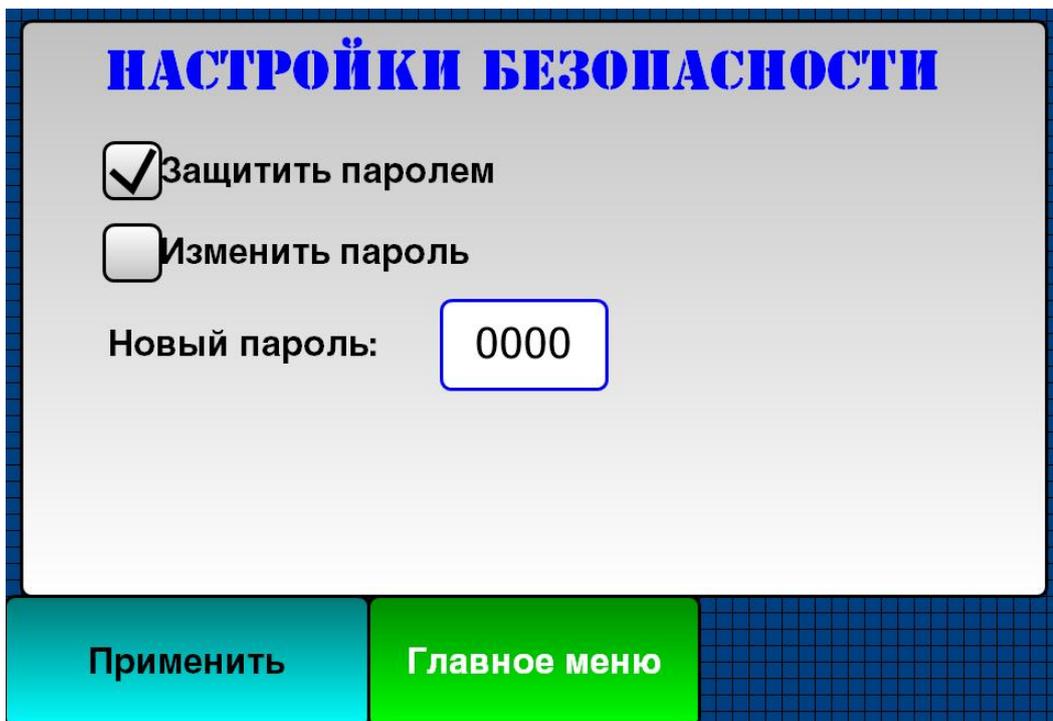


Рисунок 27 – Окно настройки безопасности

2.3.3 Контроль и проверка системы

Проверка работоспособности электронных компонентов и датчиков осуществляется из окна «Контроль системы» (рисунок 28).

The screenshot displays a control interface for an ADC system. At the top, the title 'АЦП' (ADC) is centered in blue. Below it, four channels are listed: 'Канал 1', 'Канал 2', 'Канал 3', and 'Канал 4', each with a numeric input field showing '0'. To the right, the label 'Частота' (Frequency) is followed by another numeric input field showing '0'. The interface is divided into two main sections: 'Ц. ВХОД / СЧЁТЧИКИ' (Input/Counters) on the left and 'Ц. ВЫХОД' (Output) on the right. The 'Input/Counters' section contains five rows, each with a small green indicator light and a numeric input field showing '0'. A 'СБРОС' (Reset) button is located below these rows. The 'Output' section features a 2x3 grid of buttons labeled '1' through '5'. At the bottom, there are two large green buttons: 'Главное меню' (Main Menu) on the left and 'Тест GPS >>' (Test GPS) on the right.

Рисунок 28 – Контроль электронных систем твердомера

В этом окне отображаются значения канала тензометрического датчика силы и частоты преобразования АЦП. Если значение АЦП по каналу 1 равно 0, значит неисправен датчик силы или обрыв провода.

Также можно проверить состояние датчиков крайних положений плунжера и включить двигатель привода в различных направлениях.

Из окна контроля системы доступно окно состояния GPS/ГЛОНАСС (рисунок 29). В окне доступна информация о количестве доступных спутников различных навигационных систем, текущих географических координатах, высоты над уровнем моря и точное время UTS (время по Гринвичу).



Рисунок 29 – Окно состояния GPS/ГЛОНАСС

Если информация по спутникам отсутствует, значит модуль приёмника глобального позиционирования осуществляет «холодный старт» и надо подождать. Также причиной нахождения малого количества спутников (меньше 6) может являться облачность или наличие помех.

2.4 Технологический процесс измерения твердости почвы

Перед началом работы по определению твердости почвы проверяется исправность и взаимодействие электромеханических и электронных средств твердомера почвы. Выявленные недостатки необходимо устранить.

Перед началом работы необходимо подключить клеммы аккумуляторной батареи к соответствующими разъемам. Таким образом электрическое питание получают все компоненты твердомера: мотор-редуктор, инкрементальный энкодер, тензометрический датчик и электронный управляющий блок.

Подготовленный к работе твердомер с соответствующим типом плунжера устанавливается на поверхность почвы в вертикальном положении.

Опорное устройство должно соприкоснуться с поверхностью почвы всей поверхностью. Оператор становится на опорное устройство и создаёт вертикальное усилие, противоположное силе сопротивления почвы пенетрации при погружении в нее плунжера.

Перед проведением измерения твердости почвы необходимо включить тумблером электронный управляющий блок.

Если текущая дата и время не установлены, то с помощью клавиатуры вводится дата (число, месяц, год), время, номер наконечника и участка (рисунок 30) из окна «Системные настройки».



НАСТРОЙКА ДАТЫ И ВРЕМЕНИ			
Год	20	Час	14
Месяц	06	Минута	08
День	03	Секунда	00
День недели	3	Смещение	3

Применить Главное меню Время GPS

Рисунок 30 – Настройка текущей даты и времени

С помощью клавиш «↑» или «↓» выбирается пункт меню «Измерение» и нажимается клавиша «ENT».

Включается мотор-редуктор, приводящий в движение шток с плунжером из начального верхнего положения в конечное нижнее. Во избежание поломок верхнее и нижнее положения плунжера фиксируются датчиками. Текущие значения усилия и глубины погружения плунжера в почву отобра-

жаются в виде графика на дисплее и через каждые 10 мм глубины погружения фиксируются.

После завершения погружения плунжера в почву нажимается клавиша «ENT» для сохранения результата опыта в энергонезависимой памяти. Для прерывания процесса измерения нажимается клавиша «ESC» (выдается сообщение на дисплей «Нажата клавиша» «ESC», плунжер начинает движение в крайнее верхнее положение).

После нажатия любой клавиши выполняется выход в главное меню. При усилении на тензометрический датчик, превышающем критическое значение (100 кг), заглубление плунжера в почву прекращается, и выдаются сообщения на дисплей «Перегружен тензодатчик» и «Измерение прекращено». Процесс измерения твердости почвы прекращается при достижении максимальной глубины погружения плунжера в почву или при превышении времени погружения плунжера 50 с. В этих случаях на дисплее высвечиваются сообщения: «Максимальная глубина», либо «Лимит времени замера» соответственно. Нажатием клавиши «ENT» завершается данное измерение, определяется и печатается на дисплее средняя скорость погружения плунжера. При нажатии клавиши «ESC» – замер игнорируется.

3 Лабораторные исследования

3.1 Методика лабораторных исследований

Для оценки соответствия характеристик модуля заявленным, необходимо оценить следующие заявленные показатели твердомера:

- точность измерения силы сопротивления почвы пенетрации;
- повторяемость нахождения географической координаты;
- точность определения глубины погружения плунжера;
- стабильность скорости погружения плунжера не зависимо от нагрузки.

Методика лабораторных испытаний заключается в следующем:

- 1) в соответствии с пунктом 2.3 на стенде ИП-273 калибруется тензодатчик твердомера;
- 2) создается нагрузка на тензодатчик стенде ИП-273 в диапазоне от 0 до 100 кг с шагом 5 кг и проводятся фиксация показателей;
- 3) тензодатчик твердомера разгружается стенде ИП-273 в диапазоне от 100 до 0 кг с шагом 5 кг и проводятся фиксация показателей;
- 4) пункты 2), 3) повторяются 3 раза;
- 5) по результатам измерений рассчитывается относительная погрешность и точность определения силы измерительным трактом твердомера;
- 6) производится фиксация географических координат в 10 точках в течении 10 дней;
- 7) рассчитывается абсолютная погрешность попадания в координаты;
- 8) на боковой стороне твердомера фиксируется линейка с диапазоном от 0 до 400 мм;
- 9) фиксируются значения энкодера при перемещении штока плунжера на глубину 400 мм с шагом 10 мм;
- 10) рассчитывается относительная погрешность измерения глубины хода штока;

- 11) твердомер устанавливается в поле и проводится опыт при этом фиксируется точное время погружения плунжера на максимальную глубину;
- 12) проводится три измерения в разных точках;
- 13) рассчитываются скорости погружения плунжера в каждом опыте и абсолютная погрешность.

3.2 Оценка точности работы датчика силы

Результаты оценки точности работы датчика силы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Проверка определения усилия

Эталонная нагрузка, кг	Опыт № 1		Опыт № 2		Опыт № 3		Относительная приведенная погрешность, %	Абсолютная приведенная погрешность, кг
	Нагрузка, кг	Разгрузка, кг	Нагрузка, кг	Разгрузка, кг	Нагрузка, кг	Разгрузка, кг		
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,1	5,0	0,09	0,10
10	10,1	10,1	10,0	10,1	10,0	10,1	0,14	0,14
15	15,2	15,1	15,1	15,2	15,1	15,1	0,20	0,20
20	20,1	20,0	20,0	20,0	20,1	20,0	0,10	0,10
25	25,1	25,1	25,2	25,0	25,1	25,2	0,18	0,18
30	30,2	30,1	30,1	30,1	30,2	30,0	0,17	0,17
35	35,2	35,0	35,1	35,2	35,2	35,2	0,20	0,20
40	40,3	40,1	40,2	40,2	40,3	40,2	0,26	0,26
45	45,2	44,9	45,2	45,0	45,1	45,2	0,14	0,14
50	50,1	50,0	50,2	50,0	50,1	50,1	0,12	0,12
55	55,3	54,9	55,1	55,1	55,2	55,1	0,15	0,15
60	60,2	60,2	59,9	60,2	60,1	60,2	0,16	0,16
65	65,3	65,1	65,1	65,0	65,1	65,1	0,14	0,14
70	70,1	70,0	70,1	70,1	70,1	70,1	0,10	0,11
75	75,2	75,1	75,0	75,1	75,2	75,0	0,12	0,12
80	80,1	80,1	80,1	80,1	80,2	80,2	0,15	0,15
85	85,2	85,2	85,1	85,2	85,1	85,2	0,18	0,18
90	90,3	90,1	90,2	90,2	90,1	90,1	0,17	0,17
95	95,1	95,0	95,3	95,3	95,1	95,2	0,17	0,17
100	100,0	100,0	100,1	100,2	100,1	100,1	0,08	0,08

Максимальная относительная погрешность измерительного тракта составила 0,26 %, что позволяет сделать вывод о корректной работе тензометрического датчика силы и электронных компонентов и обеспечении необходимой точности измерения сопротивления пенетрации твердомером почвы.

3.3 Оценка повторяемости определения географических координат

Оценка повторяемости при определении географических координат важна при проведении измерений в одной и той же точке поля для корректного составления карт изменения твердости поля после прохода сельскохозяйственных машин и выполнения операций.

Для оценки повторяемости при определении географических координат были произведены измерения в 10 точках поля. Все координаты были записаны и точки измерений помечены флажками. Измерения координат проводились в течении 10 дней и замерялось расстояние между положением твердомера в записанных координатах и флажком. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка повторяемости определения географических координат

№ измерения	Расстояние до контрольных точек, м									
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	Точка 6	Точка 7	Точка 8	Точка 9	Точка 10
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1,5	1,6	0,8	1,2	1,4	1,8	1,8	1,7	1,3	0,9
3	1,9	1,1	1,7	1,1	1,4	1,0	0,4	1,6	0,8	1,5
4	1,7	1,1	1,2	0,2	1,7	1,8	1,2	1,0	1,5	1,5
5	0,9	1,2	1,8	1,5	0,8	1,6	1,5	1,7	0,6	0,9
6	1,2	1,5	1,9	0,5	1,0	1,0	1,2	1,4	0,7	1,6
7	1,3	1,5	1,0	1,9	1,8	1,8	0,6	1,2	1,1	0,7
8	0,5	0,9	1,2	1,7	0,8	1,2	0,9	1,4	1,8	1,0
9	0,3	1,3	1,5	1,9	1,8	1,7	0,6	0,8	0,3	1,2
10	1,6	1,8	1,9	0,9	1,1	1,2	1,6	1,7	1,8	1,6
Среднее значение	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,5	1,1	1,4	1,1	1,2

Анализ значений из таблицы 4 показывает, что максимальное отклонение от заданной точки составляет 1,9 м, среднее отклонение варьируется

от 1,1 до 1,5 м, что, учитывая отсутствие в рассматриваемом варианте твердомера системы дифференциальной коррекции для точного позиционирования, хороший результат.

3.4 Оценка точности измерения глубины погружения плунжера

Для оценки точности измерения перемещения штока плунжера на боковую поверхность твердомера была прикреплена линейка таким образом, чтобы ноль на линейке совмещался с крайним верхним положением штока твердомера (рисунок 31).



Рисунок 31 – Оценка точности измерения перемещения плунжера

Твердомер переводился в режим опыта и запускалось перемещение штока из крайнего верхнего положения до крайнего нижнего, при этом записывались показания энкодера и реальное перемещение плунжера. Результаты измерений приведены в таблице 5.

Среднеквадратическое отклонение измерения перемещения штока с помощью инкрементального энкодера составило $\sigma=0,925$ мм, основная абсолютная погрешность $\Delta_{абс}=3,265$ мм, основная приведенная погрешность $\Delta_{прив}= 0,816$ %.

Таблица 5 – Оценка повторяемости определения географических координат

Факт. значение перемещения, мм	Значения энкодера, мм						Среднее значение, мм	Относительная приведенная погрешность, %
	вниз	вверх	вниз	вверх	вниз	вверх		
0	0	0	0	0	0	0	0	0,38
10	10	11	10	11	10	11	11	0,50
20	20	20	21	20	20	20	20	0,42
30	30	30	30	30	30	30	30	0,38
40	41	40	40	40	41	40	40	0,46
50	50	50	51	51	50	50	50	0,47
60	61	61	60	60	59	60	60	0,42
70	70	71	70	70	70	70	70	0,43
80	80	81	80	79	80	80	80	0,38
90	91	91	90	91	90	89	90	0,47
100	101	101	101	100	101	100	101	0,55
110	110	111	109	108	109	109	109	0,22
120	119	120	120	119	120	121	120	0,35
130	132	132	131	133	131	131	132	0,81
140	139	141	142	141	141	142	141	0,64
150	151	152	149	148	149	152	150	0,43
160	161	162	160	159	159	160	160	0,43
170	170	169	171	172	172	169	171	0,52
180	181	180	183	182	182	181	182	0,77
190	189	190	188	190	191	191	190	0,35
200	202	200	199	202	201	201	201	0,61
210	211	208	208	209	208	211	209	0,19
220	221	223	222	223	220	221	222	0,82
230	229	230	231	232	231	228	230	0,44
240	241	240	240	240	241	240	240	0,48
250	250	251	251	248	248	250	250	0,32
260	260	260	258	261	261	259	260	0,36
270	268	270	270	271	271	270	270	0,40
280	281	281	280	280	279	281	280	0,49
290	290	292	291	291	291	290	291	0,62
300	301	302	299	300	300	298	300	0,41
310	310	309	311	310	310	311	310	0,45
320	321	322	320	321	319	320	321	0,54
330	329	329	328	330	331	332	330	0,37
340	341	341	341	340	338	339	340	0,41
350	350	351	350	350	351	350	350	0,50
360	359	359	357	358	360	361	359	0,16
370	370	372	372	373	371	370	371	0,75
380	380	381	380	380	379	378	380	0,33
390	389	389	390	391	391	391	390	0,46
400	401	400	400	399	401	400	400	0,46

3.5 Оценка стабильности поступательного движения плунжера

Одной из особенностей разработанного твердомера является наличие коллекторного двигателя с редуктором. Благодаря такому решению поступательное движение остается постоянным вне зависимости нагрузки на плунжер в диапазоне до 100 кг.

Опыты проводились в модельной среде. С помощью встроенного в электронный блок управления таймера измерялась скорость движения плунжера в почвенном слое на глубину до 400 мм.

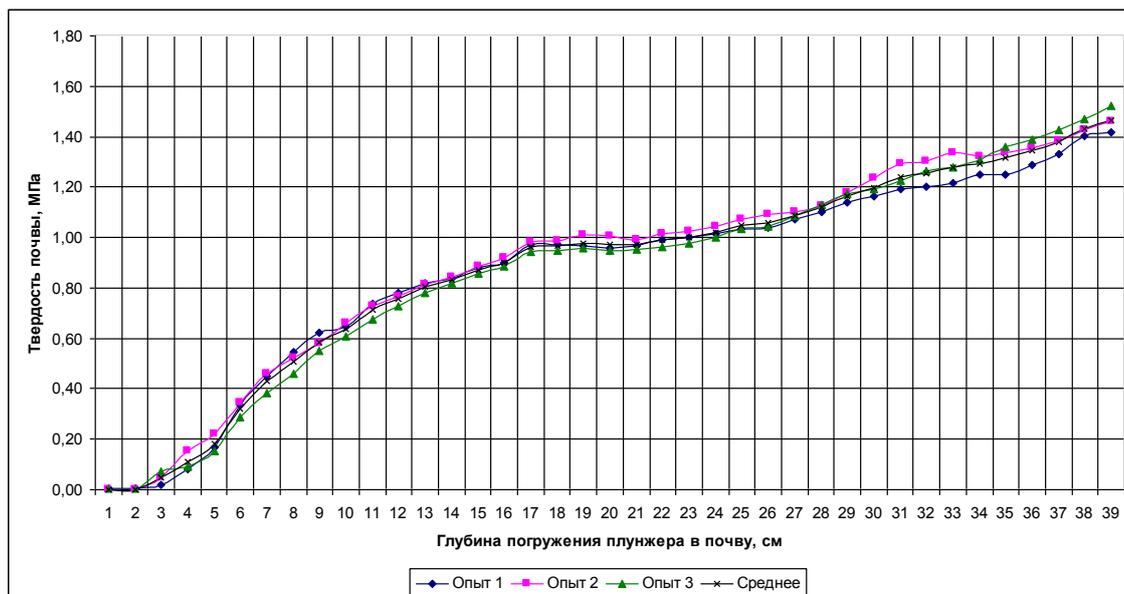
Данные, полученные в результате проведенных опытов по определению скорости перемещения плунжера, представлены в таблице 6. Графические зависимости полученных данных показаны на рисунках 32–37. При проведении опытов на лабораторной установке, измеритель твердости почвы перемещался над поверхностью модельной среды таким образом, чтобы можно было избежать проведения опытов в одном и том же месте.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что предложенная привод штока плунжера на базе коллекторного двигателя с редуктором обеспечивает постоянную скорость заглубления вне зависимости от сопротивления среды при многократном повторении опытов. А это, в свою очередь, даст возможность свести влияние посторонних факторов к минимуму и позволит получать корректные данные о твердости почвы.

Из таблицы 6 следует, что скорость перемещения плунжера в эталонной среде колеблется в диапазоне до 5 % независимо от сопротивления пénéтрации и типа наконечника плунжера.

Таблица 6 – Результаты экспериментальных исследований поступательной скорости плунжера

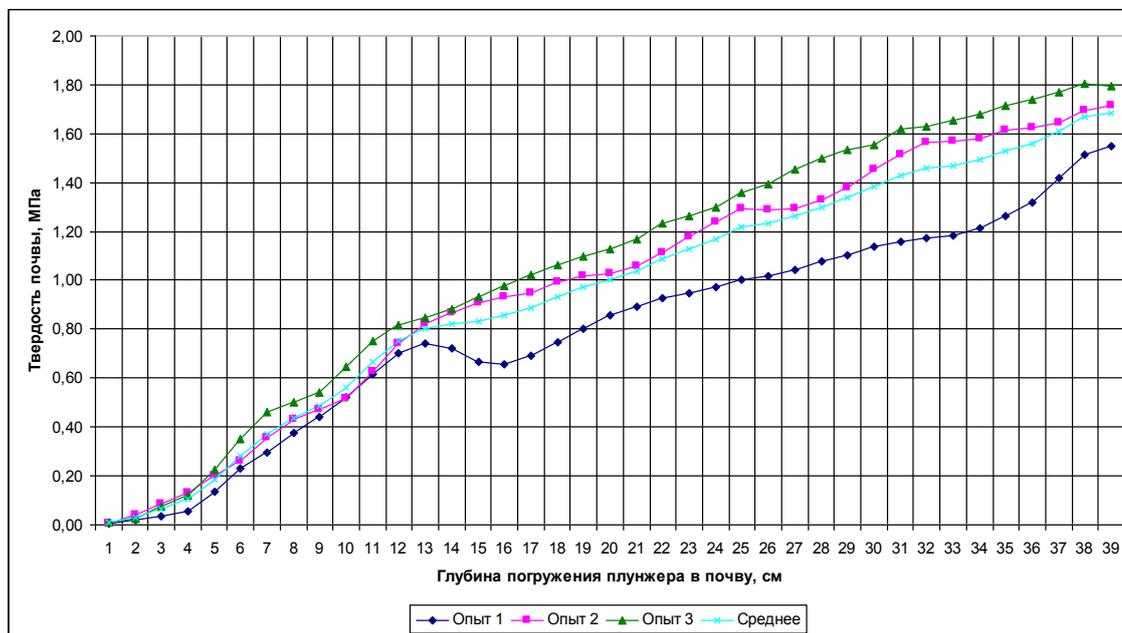
Глубина погружения плунжера, см	Твердость почвы, МПа															
	плунжер №1 конус 60°				плунжер №2 конус 30°				плунжер №3 цилиндр				плунжер №4 полусфера			
	Номер опыта			Скорость, см/с	Номер опыта			Скорость, см/с	Номер опыта			Скорость, см/с	Номер опыта			Скорость, см/с
	1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3	
1	0,00	0,00	0,00	1,00	0,01	0,01	0,01	1,01	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,02	0,04	0,03	1,03	0,00	0,00	0,00	1,00	0,02	0,03	0,01	1,02
3	0,02	0,05	0,07	1,05	0,03	0,08	0,08	1,06	0,17	0,05	0,15	1,01	0,08	0,06	0,05	1,01
4	0,08	0,15	0,09	1,01	0,06	0,13	0,12	1,00	0,21	0,10	0,16	1,01	0,10	0,10	0,13	1,01
5	0,17	0,22	0,15	1,08	0,13	0,20	0,22	1,01	0,34	0,17	0,21	1,02	0,16	0,19	0,28	1,01
6	0,33	0,35	0,29	1,02	0,23	0,26	0,35	1,02	0,46	0,31	0,34	1,03	0,27	0,24	0,44	1,03
7	0,45	0,46	0,38	1,03	0,29	0,36	0,46	1,03	0,56	0,40	0,46	1,04	0,41	0,48	0,55	1,04
8	0,54	0,52	0,46	1,01	0,37	0,43	0,50	1,04	0,64	0,50	0,53	1,05	0,52	0,54	0,55	1,03
9	0,62	0,58	0,55	1,08	0,44	0,47	0,54	1,04	0,82	0,68	0,68	1,03	0,67	0,65	0,64	1,05
10	0,65	0,66	0,61	1,04	0,52	0,52	0,64	1,05	0,96	0,84	0,81	1,07	0,79	0,80	0,76	1,04
11	0,74	0,73	0,67	1,01	0,62	0,63	0,75	1,06	1,07	0,94	0,87	1,06	0,86	0,93	0,89	1,02
12	0,78	0,76	0,73	1,06	0,70	0,74	0,82	1,05	1,14	1,02	0,96	1,04	0,95	1,00	0,99	1,06
13	0,82	0,81	0,78	1,00	0,74	0,82	0,85	1,00	1,22	1,06	1,01	1,01	1,05	1,12	1,06	1,08
14	0,84	0,84	0,82	1,03	0,72	0,87	0,88	1,02	1,28	1,15	1,07	1,01	1,15	1,21	1,16	1,07
15	0,88	0,88	0,86	1,07	0,67	0,91	0,93	1,03	1,30	1,16	1,14	1,02	1,25	1,26	1,19	1,03
16	0,90	0,92	0,89	1,09	0,66	0,93	0,98	1,06	1,7	1,20	1,18	1,02	1,30	1,34	1,22	1,02
17	0,97	0,98	0,94	1,06	0,69	0,95	1,02	1,08	1,39	1,24	1,23	1,02	1,37	1,43	1,30	1,03
18	0,97	0,99	0,95	1,07	0,75	0,99	1,06	1,03	1,40	1,24	1,26	1,03	1,44	1,50	1,35	1,03
19	0,97	1,01	0,96	1,08	0,80	1,02	1,10	1,07	1,43	1,28	1,28	1,03	1,49	1,55	1,38	1,04
20	0,96	1,01	0,95	1,07	0,86	1,03	1,13	1,00	1,47	1,29	1,30	1,03	1,55	1,63	1,46	1,05
21	0,97	0,99	0,95	1,07	0,89	1,06	1,17	1,04	1,50	1,28	1,32	1,03	1,59	1,69	1,53	1,00
22	0,99	1,02	0,96	1,09	0,93	1,11	1,23	1,09	1,54	1,31	1,38	1,01	1,66	1,70	1,61	1,05
23	1,00	1,03	0,98	1,00	0,95	1,18	1,26	1,03	1,59	1,37	1,41	1,04	1,69	1,77	1,67	1,01
24	1,01	1,04	1,00	1,02	0,97	1,24	1,30	1,01	1,65	1,40	1,41	1,04	1,71	1,84	1,70	1,05
25	1,03	1,07	1,04	1,05	1,00	1,29	1,36	1,02	1,67	1,40	1,48	1,02	1,74	1,87	1,77	1,00
26	1,04	1,09	1,04	1,06	1,02	1,29	1,40	1,03	1,71	1,41	1,50	1,04	1,81	1,95	1,86	1,00
27	1,07	1,10	1,09	1,04	1,04	1,29	1,45	1,02	1,76	1,51	1,61	1,02	1,88	2,00	1,94	1,04
28	1,10	1,12	1,13	1,02	1,08	1,33	1,50	1,00	1,79	1,59	1,68	1,06	1,95	2,07	1,94	1,01
29	1,14	1,18	1,17	1,06	1,10	1,38	1,53	1,04	1,90	1,65	1,70	1,05	2,03	2,12	2,05	1,02
30	1,16	1,24	1,19	1,00	1,14	1,45	1,55	1,03	1,99	1,71	1,80	1,03	2,10	2,18	2,09	1,02
31	1,19	1,29	1,23	1,04	1,16	1,52	1,62	1,04	2,02	1,74	1,89	1,02	2,15	2,21	2,09	1,01
32	1,20	1,30	1,26	1,06	1,17	1,56	1,63	1,04	1,99	1,79	1,98	1,02	2,24	2,30	2,14	1,03
33	1,22	1,34	1,28	1,08	1,18	1,57	1,65	1,04	2,05	1,84	2,00	1,06	2,29	2,38	2,19	1,02
34	1,25	1,32	1,31	1,02	1,21	1,58	1,68	1,04	2,07	1,87	2,00	1,05	2,36	2,45	2,22	1,03
35	1,25	1,34	1,36	1,02	1,26	1,61	1,72	1,03	2,10	1,90	2,06	1,02	2,45	2,46	2,26	1,03
36	1,29	1,35	1,39	1,04	1,32	1,62	1,74	1,05	2,13	1,96	2,08	1,06	2,57	2,53	2,29	1,04
37	1,33	1,38	1,43	1,04	1,42	1,65	1,77	1,01	2,13	1,92	2,05	1,04	2,62	2,51	2,31	1,04
38	1,40	1,43	1,47	1,03	1,51	1,69	1,81	1,06	2,06	1,89	2,00	1,01	2,60	2,50	2,27	1,02
39	1,42	1,46	1,52	1,04	1,55	1,71	1,80	1,06	2,07	1,88	2,00	1,02	2,55	2,38	2,25	1,03
Средняя скорость, м/с				1,04				1,03				1,03				1,03



Опыт 1 – плунжер №1 угол при вершине 60° скорость погружения 10 мм/с
 Опыт 2 – плунжер №1 угол при вершине 60° скорость погружения 10 мм/с
 Опыт 3 – плунжер №1 угол при вершине 60° скорость погружения 10 мм/с

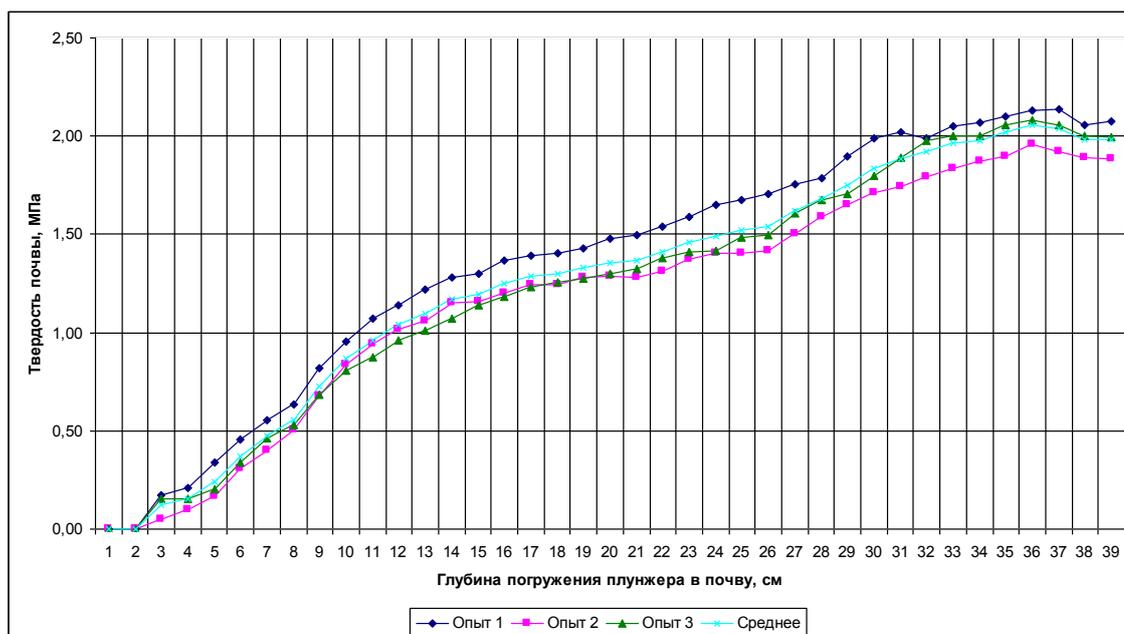
Рисунок 32 – Зависимость твердости почвы от глубины погружения в нее плунжера конической формы.

Опыт 1 – плунжер №2 угол при вершине 30° скорость погружения 10 мм/с;



Опыт 2 – плунжер №2 угол при вершине 30° скорость погружения 10 мм/с
 Опыт 3 – плунжер №2 угол при вершине 30° скорость погружения 10 мм/с

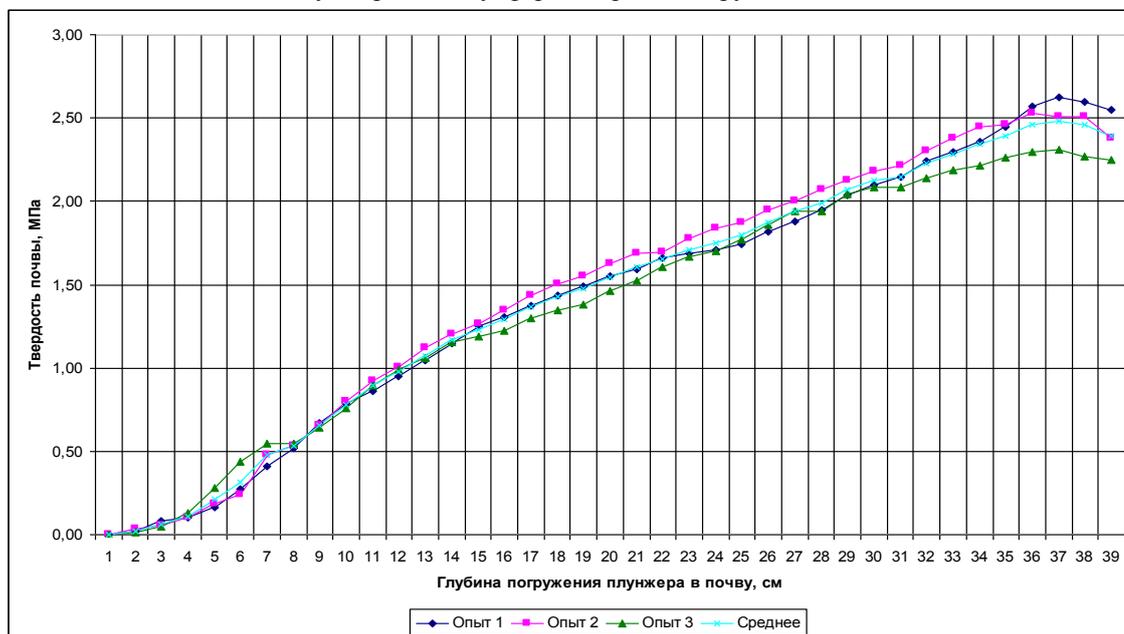
Рисунок 33 – Зависимость твердости почвы от глубины погружения в нее плунжера конической формы



Опыт 1 – плунжер №3 цилиндр, скорость погружения 10 мм/с;
 Опыт 2 – плунжер №3 цилиндр, скорость погружения 10 мм/с;
 Опыт 3 – плунжер №3 цилиндр, скорость погружения 10 мм/с

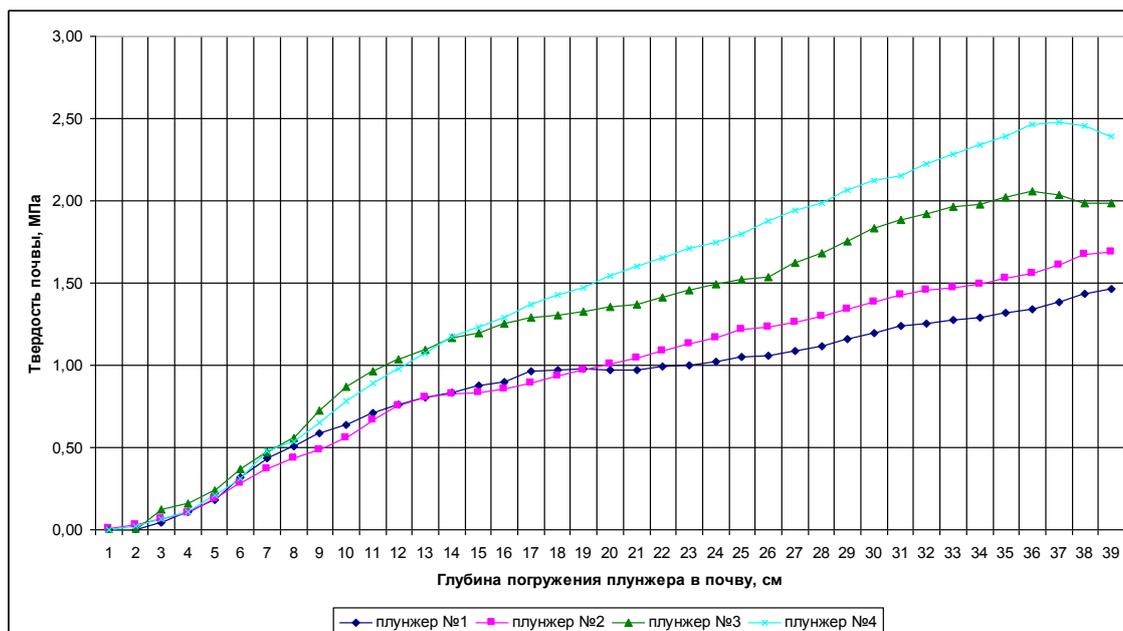
Рисунок 34 – Зависимость твердости почвы от глубины погружения в нее плунжера цилиндрической формы

Опыт 1 – плунжер №4 полусфера, скорость погружения 10 мм/с;



Опыт 2 – плунжер №4 полусфера, скорость погружения 10 мм/с
 Опыт 3 – плунжер №4 полусфера, скорость погружения 10 мм/с

Рисунок 35 – Зависимость твердости почвы от глубины погружения в нее плунжера в форме полусферы



Плунжер №1 – конус 60°, площадь сечения 2,01 см², скорость погружения 10 мм/с
 Плунжер №2 – конус 30°, площадь сечения 2,01 см², скорость погружения 10 мм/с
 Плунжер №3 – цилиндр, площадь сечения 2,01 см², скорость погружения 10 мм/с
 Плунжер №4 – полусфера, площадь сечения 2,01 см², скорость погружения 10 мм/с

Рисунок 36 – Зависимость твердости почвы от глубины погружения в нее плунжеров различных форм

4 Анализ результатов лабораторных исследований

В результате лабораторных исследований относительная приведенная погрешность измерения усилия на штоке не превысила 1 %, максимальное значение 0,26 %.

При определении местоположения заданных заранее точек максимальная погрешность составила 1,8 м, минимальная – 0,8 м, среднее значение погрешности по 10 точкам составило от 1 до 1,5 м. Учитывая отсутствие системы дифференциальной коррекции на базе стационарных базовых станций или платного уточняющего спутникового сигнала, можно сделать вывод, что благодаря возможности приема сигналов от нескольких навигационных систем, точность определения географических координат достаточно хорошая.

При определении точности измерения перемещения плунжера были достигнуты следующие показатели: среднеквадратическое отклонение измерения перемещения штока $\sigma=0,925$ мм, основная абсолютная погрешность $\Delta_{\text{абс}}=3,265$ мм, основная приведенная погрешность $\Delta_{\text{прив}}=0,816$ %.

Интервал изменения поступательного движения штока в эталонной среде составил 5 % при проведении опытов с 4-мя типами плунжеров, что позволяет сделать вывод о том, что привод на основе коллекторного двигателя с редуктором способен обеспечить стабильную скорость поступательного движения штока плунжера не зависимо от нагрузки в заявленных пределах до 100 кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения НИР было сделано следующее:

- проанализированы существующие методы и технические средства определения твердости почвы и отмечены их недостатки;
- предложена структурная схема нового твердомера почвы для системы точного земледелия;
- разработан макетный образец твердомера почвы, позволяющий использовать его в системе точного земледелия;
- проведены лабораторные исследования разработанного и изготовленного макетного образца твердомера почвы;
- получен патент на полезную модель № 199862 от 23.09.2020 «Устройство для измерения твердости почвы для координатного земледелия».

В конструкции измерителя твердости почвы применен электронный блок на базе мощного микроконтроллера, обеспечивающий управление мотор-редуктором, регистрацию значений географических координат, глубины погружения штока и твердости почвы на карте памяти, а также визуализацию режимов работы на дисплее.

Рекомендуется продолжить исследования в полевых условиях при составлении карты твердости почвы перед и после выполнения операций различными почвообрабатывающими машинами в течении полевого сезона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы». Собрание законодательства РФ. – 2017. – Ст. 5421.

2 ГОСТ Р 56084–2014 Глобальная навигационная спутниковая система. Система навигационно-информационного обеспечения координатного земледелия. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.

3 Федоренко В.Ф., Рухович Д.И., Королева П.В., Вильчевская Е.В., Калинина Н.В., Трубников А.В., Мишуров Н.П. Оценка внутриполевой неоднородности почвенного покрова для технологий координатного земледелия // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 9. – С. 2–6.

4 Растворова О.Г. Физика почв: (Практическое руководство). – Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 196 с.

5 Шеин Е.В. Толковый словарь по физике почв / Е.В. Шеин, Л.О. Карпачевский. – М.: ГЕОС, – 2003. – 126 с.

6 Пупонин А.И. Депрессия урожая сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы и приемы ее снижения // сб. науч. тр. ВИМа. – М., 1988. – Т. 118. – С. 14.

7 Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв: учебники и учебные пособия для студентов вузов. 3–е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

8 Воронин А.Д. Основы физики почв. – М., 1986. – 244 с.

9 Лурье А.Б., Любимов А.И. Широкозахватные почвообрабатывающие машины. – Л.: Машиностроение, 1981. – 270 с.

10 ГОСТ 20915–2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – М.: Стандартинформ, 2013. 26 с.

11 ГОСТ 34631–2019 Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.

12 ГОСТ 24055–2016 Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: Стандартинформ, 2017. – 26 с.

13 Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв: учебники и учебные пособия для студентов вузов 3–е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

14 Васильев С.И. Совершенствование метода и технических средств для горизонтального измерения твердости почвы при внедрении технологии координатного земледелия: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Пенза, 2007. – 234 с.

15 Разработать комплект измерительных средств на базе самоходного средства для определения характеристик поля : отчет о НИР (промежуточный) : 11б-2004 часть I (основная часть) / ФГНУ «РосНИИТиМ» ; рук. темы Ковлягин Ф.В. ; исполн.: Климова Н.В., Таригин Н.К. [и др.]. Новокубанск, 2004. – 75 с.

16 Разработать комплект технических средств на базе самоходного энергосредства для определения характеристики поля : отчет о НИР (заключит.) : ФГНУ «РосНИИТиМ» ; рук. Киреев И.М. ; исполн.: Коваль З.М., Таригин Н.К. [и др.]. Новокубанск, 2006. – 111 с.

17 Киреев И.М., Трубицын Н.В., Коваль З.М., Слесарев В.Н. Измеритель твердости почвы // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 3. – С. 11–12.

18 Разработать мобильный электронный твердомер почвы (промежуточный) : 4б-2008 / ФГНУ «РосНИИТиМ» ; рук. темы Киреев И.М. ; исполн. : Коваль З.М., Слесарев В.Н. [и др.]. – Новокубанск, 2008. – 122 с.

19 Разработать мобильный электронный твердомер почвы : отчет о НИР (заключит.) : ФГНУ «РосНИИТиМ» ; рук. Киреев И.М. ; исполн.: Трубицын Н.В., Коваль З.М. [и др.]. Новокубанск, 2009. – 110 с.

20 Устройство для измерения твердости почвы: пат. на полезную модель 78574 Рос. Федерация: МПК⁷ G01N 9/00 / Киреев И.М., Трубицын Н.В., Коваль З.М.; заявитель и патентообладатель ФГНУ «РосНИИТиМ». № 2008129960; заявл. 21.07.2008; опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33.

21 Трубицын Н.В. Электромеханический измеритель твердости почвы // Техника и оборудование для села. – 2010. – № 6. – С. 17–18.

22 Устройство для измерения твердости почвы для координатного земледелия: пат. на полезную модель 199862 Рос. Федерация: МПК G01N 9/00 / Трубицын Н.В., Таркинский В.Е.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Росинформагротех». № 2020109623; заявл. 04.03.2020; опубл. 23.09.2020 Бюл. № 27.

23 Трубицын Н.В., Таркинский В.Е. Современные микропроцессорные системы для разработки средств испытаний // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 31–32.

24 Федоренко В.Ф., Трубицын Н.В. Современные информационные технологии при испытаниях сельскохозяйственной техники: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 140 с.

25 Федоренко В.Ф., Трубицын Н.В., Таркинский В.Е., Сазонов М.В. Уникальная система // Информационный бюллетень, М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – № 8. – С. 45–47.

26 Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ. – М.: Мир, 1981. – 689 с.

27 Таркинский В.Е., Трубицын Н.В. Цифровая обработка данных при тензометрировании сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 1. – С.28–30.

28 Analog Devices. AD7734. Data Sheet. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD7734.pdf>

29 Катков А. Н. Проектирование и документирование встроенного программного обеспечения вторичных преобразователей тензометрических датчиков давления // Молодой ученый. 2011. № 8. С.61-63.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОТЧЕТ

О ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Задание 2.1.9 «Проведение исследований и разработка современного испытательного оборудования, приборного и программного обеспечения для оценки потребительских свойств высокотехнологичных машин»

Тема 2.1.9.5

«Проведение исследований и разработки мобильного цифрового твердомера почвы»

А.1 Общие данные об объекте исследований

Основанием для проведения работ является тематический план на 2020 г. научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, выполняемых Новокубанским филиалом ФГБНУ «Росинформгротех» (КубНИИТиМ).

Объектом исследования являются устройства для определения твердости (степени уплотнения) почв и грунтов в вертикальном направлении.

Разработка элементов средств измерения при определении условий испытания сельскохозяйственной техники проводятся с целью модернизации существующих систем и средств измерений, а так же датчиков для повышения их эксплуатационных, технических и потребительских свойств до современного уровня.

Целью разработки НИР является:

- создание экспериментального образца мобильного цифрового твердомера почвы с учетом развития технического уровня как отечественной, так и зарубежной техники и требований, предъявляемых к средствам полевых исследований;
- повышение достоверности и воспроизводимости результатов измерения;
- повышение технического уровня, универсальности и функциональности систем измерения тяговых характеристик энергетических средств;
- уменьшение затрат труда на получение и обработку результатов измерений.

Исходными данными для проведения НИР по разработке являются требования нормативных документов на методы испытаний (ГОСТ 20915 [10]).

А.2 Аналитическая часть

А.2.1 Патентные исследования проведены по заданию тематики «Проведение исследований и разработка мобильного цифрового твердомера почвы».

Патентный поиск проводился на сайтах Российского Патентного ведомства – Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент), Европейской патентной организации (EPO-espace.net), Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO), научной электронной библиотеки (elibrary.ru) и других информационных ресурсах сети Интернет.

Основной запрос проводился по следующим техническим средствам и направлениям:

- портативные устройства для определения твердости почв и грунтов;
- самоходные устройства для определения твердости почв и грунтов.

В результате проведенных патентных исследований выделено ряд показательных устройств для измерения твердости грунта, описание и рисунки которых приведены ниже.

А.2.2 Большинство твердомеров почвы представленных на потребительском рынке втыкаются в землю под весом оператора и для удобства использования имеют наглядный дисплей, понятный интерфейс, а электронные и свое программное обеспечение для обработки информации с построением графиков. Рассмотрим несколько таких устройств.

Измеритель уплотнения почвы SC 900 (рисунок А.1) используют для определения плотности почвы и других материалов. Оператор нажимает на стержень с прикрепленным (ASAE стандарт) конусом в землю.



Рисунок А.1 – Измеритель плотности почвы FieldScout SC 900

Измеритель уплотнения почвы SC 900 с ультразвуковым датчиком глубины измеряет сопротивление проникновению с помощью динамометра, дополнительно измеряя глубину проникновения щупа с помощью ультразвукового датчика. При погружении щупа, датчик посылает импульсы, улавливает отражённые от земли и по временной разнице определяет дистанцию. Запоминающее устройство и порт RS-232 позволяют производить измерения с привязкой к координатам местности.

Техническая характеристика:

- единицы измерения: Конус Index (PSI или кПа);
- разрешение: 1 в (2,5 см), 5 PSI (35 кПа);
- точность: $\pm 0,5$ В (1,25 см) Глубина, ± 15 psi (103 кПа);
- диапазон: от 0 до 18 В (от 0 до 45 см), от 0 до 1000 psi (от 0 до 7000 кПа);
- аккумулятор / срок службы: 4 щелочные батареи типа ААА, около 12 месяцев работы;
- Data Logger Емкость: 772 анкеты без GPS; 579 профилей с GPS;
- включает в себя 1/2" и 3/4" конус наконечника;
- принимает показания уплотнения на глубину 18" (45 см);

- эксклюзивный ультразвуковой датчик фиксирует показания глубины в 1 случае (2,5 см) шагом;
- сопротивление проникновению измеряется внутренним датчиком нагрузки;
- данные уплотнения отображаются в PSI или кПа (1 PSI = 6,9 кПа);
- подключается к любому GPS приемнику с последовательным выходом (вариант);
- оснащен внутренним регистратором данных и портом RS-232;
- записи 772 измерений (579 с добавлением GPS / DGPS опция);
- настройка с программным обеспечением FieldScout (в комплекте);
- совместимость с SpecMaps онлайн веб-картографического приложения;
- комплектуется сумкой для переноски и глубины цели.

А.2.3 Почвенный твердомер НПП ХАРТРОН-ЭНЕРГО (рисунок А.2) предназначен для определения физико-механических и технологических свойств почвы путем замера сопротивления проникновению в нее плунжера определенной формы с одновременной географической привязкой к местности с помощью приемника GPS. С помощью плунжеров цилиндрической формы определяют сопротивление уплотнению почвы, а с помощью конических плунжеров – сопротивление почвы расклинивающему усилию. Информация о выполненных измерениях выводится на дисплей прибора в виде графиков или таблиц. Изучив твердость в определенном слое почвы в разных точках поля, можно с помощью пакета прикладных программ составить агротехнологическую карту с указанием твердости почв по глубине корнеобитаемого слоя.



Рисунок А.2– Почвенный твердомер НПП ХАРТРОН-ЭНЕРГО

Технические характеристики:

- эксплуатационный диапазон температур – (0-50) °С;
- степень защиты – IP54;
- масса твердомера – 2 кг (без штока и плунжеров);
- максимальное усилие погружения – 1000 Н (100 кг);
- максимальная глубина погружения плунжеров – 80 см;
- разрешение по глубине погружения – 0,5 мм;
- разрешение по силе – 0,1 %;
- точность определения географических координат приемником GPS – до 5 м в горизонтальной плоскости;
- графический дисплей с разрешением 128-128 пикселей;
- измеряемые величины: усилие погружения, глубина погружения плунжера, скорость погружения плунжера в почву, географические координаты точки, где проводятся измерения;
- пакет прикладных программ позволяет: составить план работ на поле, архивировать, визуализировать и обрабатывать полученную информацию,

как с помощью прибора, так и на PC, использовать приемник GPS в режиме «компас».

А.2.4 Плотномер почвы «ЛАН-М»

Плотномер почвы «ЛАН-М» – электронный прибор для измерения плотности грунта в полевых условиях согласно стандарту ASAE S313.3.



Рисунок А.3 – Плотномер почвы «ЛАН-М»

С помощью плотномера «ЛАН-М» можно выяснить существует ли проблема уплотнения почвы на поле и определить глубину залегания плужной подошвы.

Прибор имеет простую и прочную конструкцию, электронную часть размещено во влагозащищенном корпусе из ударопрочного пластика. Плотномер питается от встроенного аккумулятора, который обеспечивает более 20 ч непрерывной работы. В случае разряда аккумулятора в полевых условиях, прибор можно запитать от внешнего аккумулятора с выходным напряжением 5 В.

При измерении пользователь должен установить необходимый тип наконечника, нажать клавишу запуска измерения и плавно ввести плотномер

в почву. Датчики прибора зафиксируют усилия введение плотномера через каждые 2,5 см (1 дюйм). Показания датчиков в реальном времени отображаются на дисплее.

Шкала измерения усилия плотномера состоит из 3-х диапазонов:

- 0-14 кг/см² (0-200 psi) – зеленый – благоприятные условия для роста;
- 14-21 кг/см² (0-300 psi) – желтый – удовлетворительные условия для роста;
- более 21 кг/см² (более 300 psi) – красный – неудовлетворительные условия для роста (плужная подошва).

Плотномер дополнительно с помощью звукового сигнала предупредит о начале и окончании плужной подошвы. Прибор может сохранить результаты более 50 измерений в памяти прибора для их последующего анализа. Просмотр сохраненных измерений производится в меню прибора.

Технические характеристики:

- диапазон измерения глубины – 0-65 см;
- диапазон измерения усилия 0-78 кг/см² (0-1120 psi) – для малого наконечника;
- 0-35 кг/см² (0-500 psi) – для большого наконечника;
- дискретность измерения глубины – 2,5 см;
- дискретность измерения усилия – 0,1 кг/см² (0,1psi);
- допустимая нагрузка – 120 кг;
- типы наконечников: 1,27 см (1/2 дюйма) – для твердой почвы;
11,91 см (3/4 дюйма) – для мягкой почвы;
- дисплей – цветной графический TFT с подсветкой;
- питание – аккумуляторная батарея;
- габаритные размеры 1060x310x80 мм;
- масса – не более 3 кг.

А.2.4 Плотномер почвы Wile Soil (рисунок А.4) является прибором для измерения твердости грунта в наибольшем количестве представленным на рынке из-за своей дешевизны. Плотномер Wile Soil представляет из себя про-

стейший механический прибор, передающий степень усилия вдавливания плунжера в почву под весом оператора на шкалу динамометра. Что позволяет примерно оценить твердость почвы условно на три наиболее выборочных варианта по цвету на шкале прибора.

Плотномер Wile Soil поставляется в комплекте с двумя наконечниками:

- диаметр 1,27 см – для проведения измерений плотности в твердом грунте;

- диаметр 1,91 см – для проведения измерений плотности в мягком грунте.

Удобное крепление наконечников на корпусе прибора обеспечивает надежную сохранность наконечников в период хранения.



Рисунок А.4 – Измерение твердости почвы пенетрометром Wile Soil

Прибор имеет 3 зоны, отличающиеся по цвету, и сообщающие о состоянии грунта:

- зона зеленого цвета. Плотность от 0 до 14 кг/м². Сообщает об отличных условиях прорастания посаженных культур;

- зона желтого цвета. Плотность от 15 до 21 кг/м². Сообщает о хороших условиях прорастания посаженных растений;

- зона красного цвета. Плотность от 22 кг/м² и более. Сообщает об очень плохих условиях прорастания чего-либо.

А.2.5 Рассмотрим также несколько показательных современных конструкций твердомеров почвы, приведенных в патентной документации. Измерительное устройство, описанное в патенте на полезную модель CN207779836, (таблица А.3) МПК G01N3/40, опубликованном 28.08.2018 «Реализация конструкции устройства для определения твердости почвы», является отличным примером современного прибора, который использует для погружения штока с наконечником электромотор и переносится вручную при проведении измерений.

Настоящая полезная модель относится к устройству для обнаружения жесткости, реализуемого типа почвы.

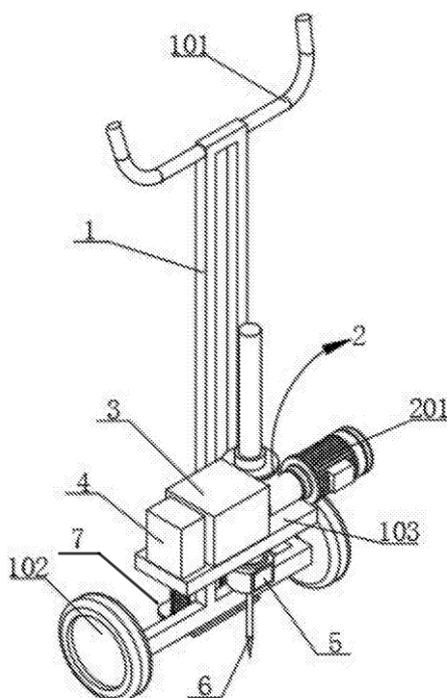


Рисунок А.5 – Общий вид устройства для определения твердости почвы

В полезной модели (рисунок А.5) предусмотрено устройство для определения твердости грунта толкающего типа, которое включает в себя раму 1, подлокотник 101, колесо 102, поддон 103, подъемник 2 винтов, электродви-

двигатель 201, шнек 202, аккумулятор 3, микропроцессор 4 и датчик твердости. 5. Зонд 6, вспомогательное крепежное устройство 7, опорная плита, телескопическая штанга, пружина и педаль, подлокотник 101 неподвижно установлен на верхней части рамы 1, нижняя часть рамы 1 оборудована двумя колесами 102; 103, закрепленной на опорной плите приварены к передней стороне рамы 1; 2 винта домкрата 103, установленного на поддоне; 2 винта разъем 202 включает в себя двигатель 201 и ходовой винт; поддон 103, аккумулятор 3 и микропроцессор 4 установлены с левой стороны винтового захвата 2, датчик твердости 5 неподвижно расположен на нижнем конце винта 202, датчик твердости 5 электрически соединен с микропроцессором 4; в нижней части датчика 5 твердости установлен зонд 6, вспомогательное фиксирующее устройство 7 включает в себя опорную плиту, телескопический шток, пружину и педаль, опорная пластина жестко приварена к задней стороне рамы 1.

Главным недостатком этой конструкции является глубина замера всего 35 мм.

А.2.6 Рассмотрим пример конструкции твердомера почвы, подобной приведенной выше, но заглубление плунжера которого осуществляется механически путем поворота ручки оператором, а приложение силы осуществляется через червячную передачу. Такая конструкция описана в патенте на полезную модель CN204203018, (таблица А.3) МПК G01N3/40, опубликованном 11.03.2015 «Твердомер почвы с цифровым дисплеем».

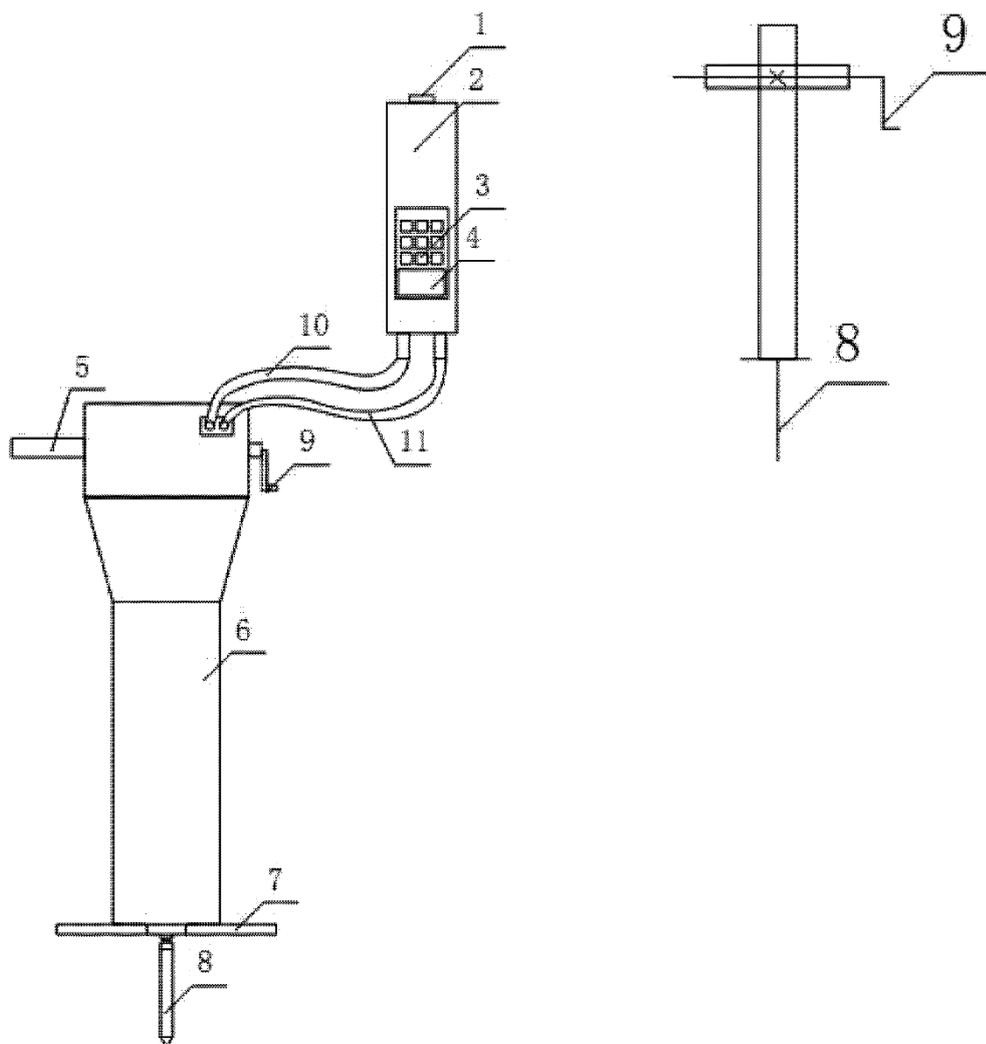


Рисунок А.6 – Общий вид твердомера

Полезная модель представляет собой прибор для испытания грунта, в частности, прибор для измерения твердости грунта с цифровым дисплеем.

Цифровой измеритель твердости грунта (рисунок А.6), содержащий: зонд 8, экран 4, кнопку 3, корпус 2 твердомера, корпус 6) и зонд с ручным управлением. Зонд с ручным приводом включает в себя датчик смещения и датчик давления, установленные в соответствии с положением зонда 8, и дополнительно включает в себя коромысло 9, приводной вал, соосно установленный с коромыслом 9, и чередующийся вал с ведущим валом. Ведомый вал и датчик 8, установленные под ведомым валом, приводной вал и ведомый вал расположены в корпусе 6, корпус твердомера 2 снабжен щупом 8.

Соответствующее гнездо связи, экран дисплея 4 и клавиша 3 встроены в поверхность корпуса твердомера 2. На нижней кромке корпуса 6 предусмотрена подножка 7.

Цифровой измеритель твердости грунта дополнительно содержит схему управления, установленную в корпусе и соединенную с датчиком давления в зонде через цифроаналоговый преобразователь, причем схема управления включает в себя модуль датчика давления, модуль связи, модуль дисплея, модуль питания, модуль GPS, модуль датчика перемещения и микропроцессор, причем входной конец микропроцессора соединен с модулем датчика перемещения, модулем датчика давления, модулем GPS и источником питания. Модуль и цифроаналоговый преобразователь, выходной конец микропроцессора которого подключен к модулю дисплея, модуль связи подключен к клавишам, закрепленным на корпусе, а другой конец подключен к входному концу микропроцессора, цифроаналоговый преобразователь представляет собой цифроаналоговый преобразователь CS5532. Модуль связи дополнительно содержит последовательную связь, а интерфейс последовательной связи расположен на корпусе и представляет собой интерфейс RS-232C.

А.2.7 В данном пункте отчета о патентном поиске рассмотрим пример твердомера почвы, который имеет только механические части конструкции. Наиболее удачный и функциональный пример такого мобильного средства измерения описан в патенте на изобретение JP2010014683, (таблица А.3) МПК G01N3/40, опубликованном 21.01.2010 «Электронная модель измерителя твердости почвы».

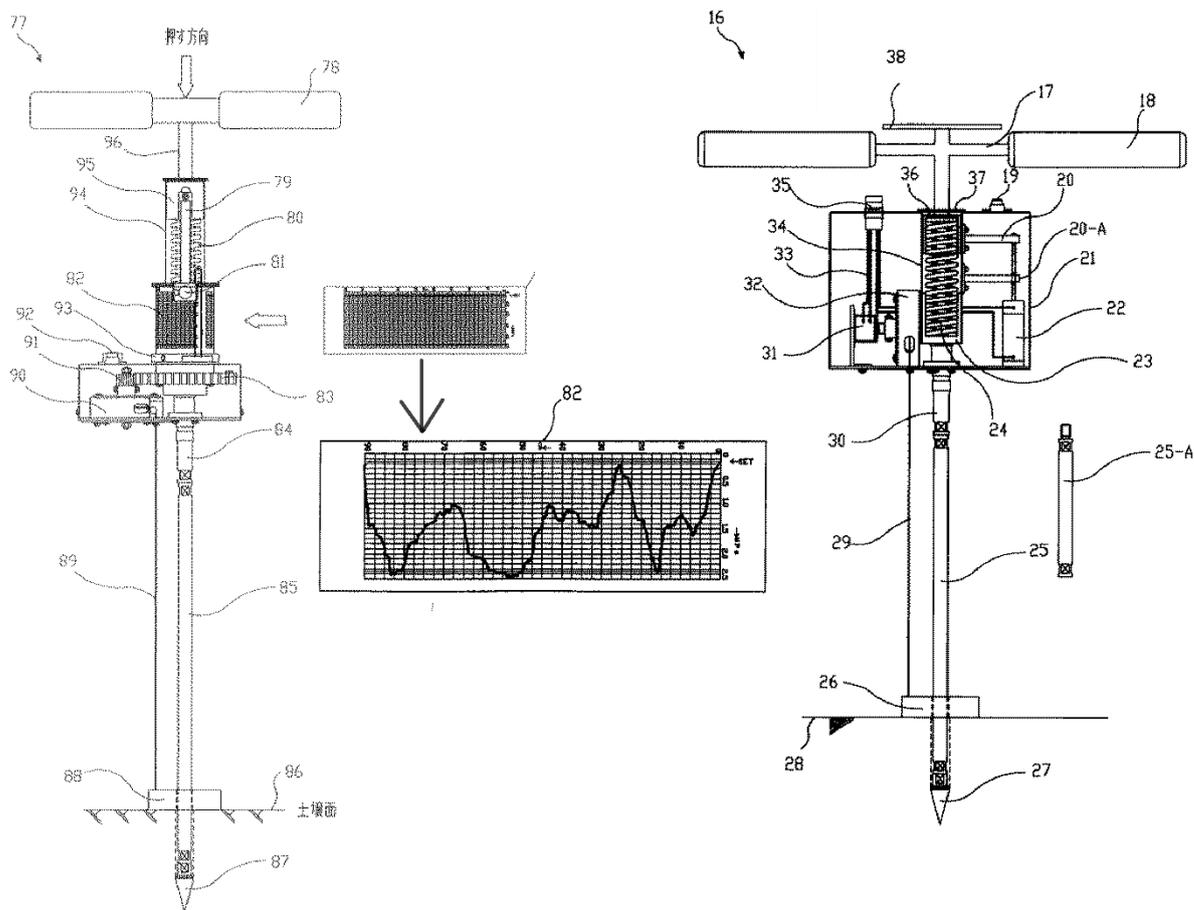


Рисунок А.7 – Слева – схема механической записи показаний твердомера; справа – конструкция мобильного твердомера

Данное средство измерения представляет собой высокоточный цифровой измеритель твердости грунта, легкий и портативный, не требующий питания и способный оцифровывать измеренные значения для измерения и хранения. Конструкция твердомера содержит в себе следующие элементы: стержень 25, имеющий конус 27 на конце, установлен под прямым углом к поверхности 28 почвы, и рукоятка 18 ручки нажимается рукой, чтобы непрерывно проникать в конус 27 в почву, чтобы сделать почву твердой.

Измерение осуществляется следующим образом: пружина 24 сжимается двумя силами, силой, необходимой для проникновения, и сопротивлением проникновению и преобразуется в электрический сигнал потенциометром 23 для измерения твердости, прикрепленным к скользящему рычагу 20, и информация о местоположении GPS отображается устройством записи на дисплее. Измерение завершается записью на бумаге.

Настоящее изобретение относится к устройству, которое преобразует информацию о твердости и глубине грунта в графические данные и собирает данные измерений вместе с позиционной информацией о месте измерения.

На рисунке показан пример результата измерения, записанного на бумаге для печати 82, используемой в типе 77 проникновения. На записывающей бумаге 82 значение твердости грунта, полученное известным способом расчета из твердости пружины 80, используемой для измерения, и формы конуса 87, напечатано в вертикальном направлении, а глубина проникновения в направлении вращения барабана напечатана в виде шкалы. Измеритель может знать твердость почвы для каждой глубины проникновения, считывая местоположение, записанное ручкой 81, по шкале, напечатанной на бумаге для записи 82. Сопротивление проникновения конуса, измеряется с использованием сжатия пружины.

А.2.8 Приведем также конструкцию твердомера, где измерение твердости почвы осуществляется с помощью энергии свободного падения. Измерительное устройство, описанное в патенте на изобретение CN110346228, (таблица А.3) МПК G01N3/40, опубликованном 18.10.2019 «Пенетрометр для измерения твердости почвы», является подобной конструкции измерительного средства.

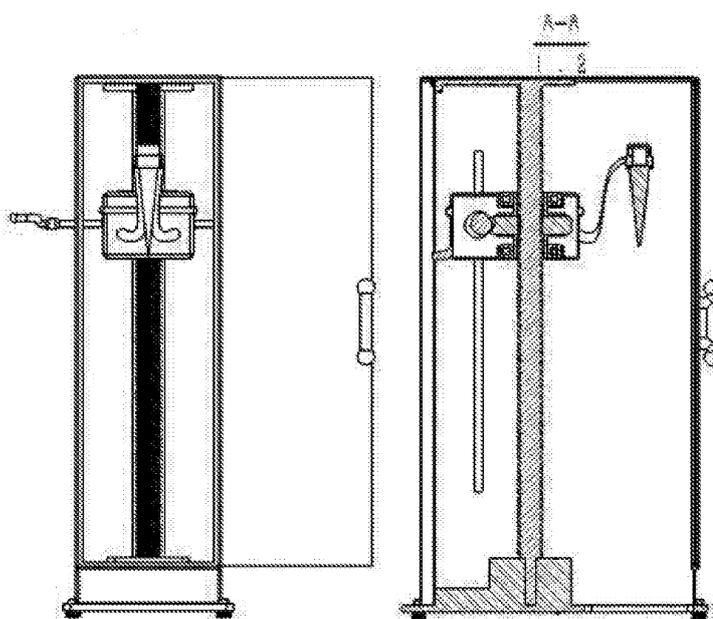


Рисунок А.8 – Элементы конструкции пенетromетра

Пенетрометр для измерения твердости грунта содержит в своей конструкции следующие элементы: подъемную часть, часть ветрового стекла и контрольную часть для проникновения через периферию средства измерения, подъемная часть используется для регулировки высоты конуса, а проникающая часть ветрового стекла используется для того, чтобы предотвратить экспериментальную ошибку, вызванную ветром, воздействующим на конус для свободного падения, управляющая часть используется для управления конусом для свободного падения.

Подъемная часть, включает в себя (рисунок А.8): коробку передач 1, турбину 5, червяк 8, ходовой винт 12, основание 17, рукоятку 13, левую линейку 15 и правую линейку 16, указатель 9 и пылезащитная крышка 2. Ходовой винт 12 соединены с основанием 17, а турбина 5 установлена в ее центре, чтобы соответствовать резьбе с ходовым винтом 12. Цилиндрические роликоподшипники 4 и нижние цилиндрические роликоподшипники 6 расположены соответственно на верхнем и нижнем вкладышах подшипника. Верхняя и нижняя стороны коробки передач 1 обработаны с отверстием того же размера, что и наружное кольцо цилиндрического роликоподшипника 4 и нижнего цилиндрического роликоподшипника 6 и соединено с ним, и расположено с левой и правой сторон коробки передач 1. Задний шариковый подшипник 10 и передний шариковый подшипник 11 установлены в два отверстия, где соединены коробка передач 1 и червяк 8, и позволяют заднему шариковому подшипнику 10 и переднему шариком с глубокими канавками.

А.2.9 В качестве примера самоходного устройства для определения твердости почв и грунтов приведем средство измерения, описанное в патенте на изобретение CN102628783 МПК G01N3/40, опубликованном 08.08.2012 (таблица А.3) «Робот для исследования твердости почвы».

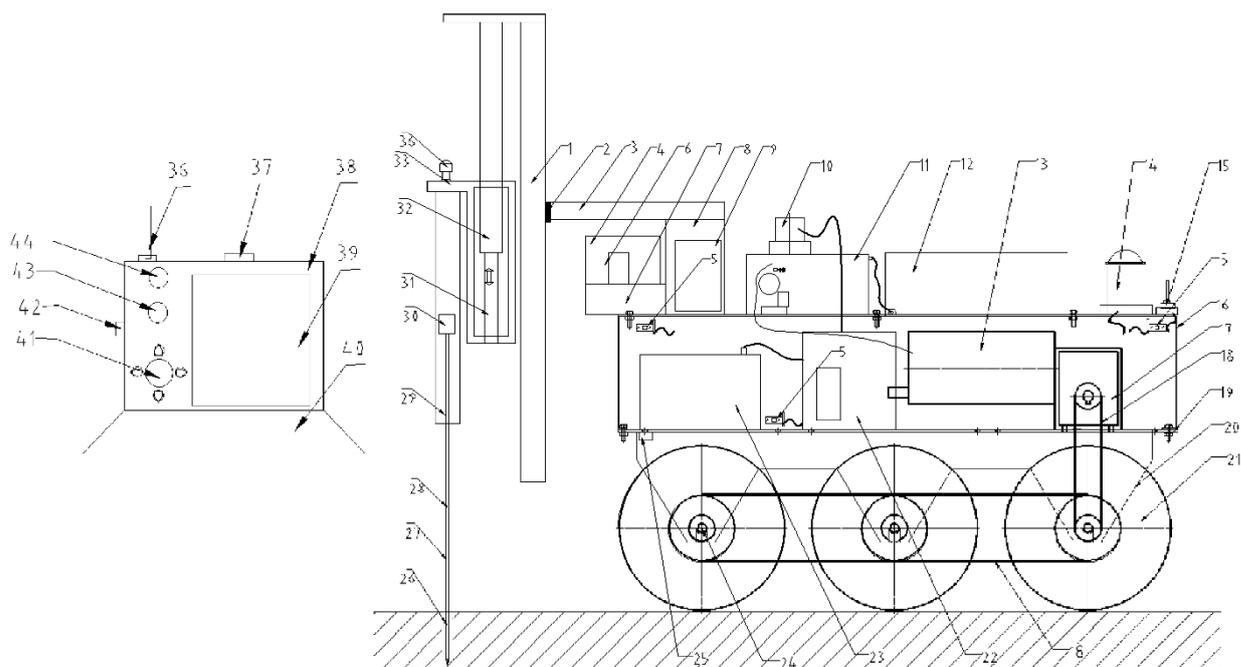


Рисунок А.9 – Справа – общий вид робота для измерения твердости почвы; слева – общий вид устройства беспроводного управления роботом

Изобретение относится к области техники обнаружения почвы и раскрывает робота для измерения твердости почвы, который включает в себя: прогuloчный блок для осуществления автономного перемещения и пересечения препятствий роботом; блок обнаружения, установленный на прогuloчном блоке для обнаружения почвы. Твердость: центральный блок управления, который установлен на прогuloчном блоке и электрически связан с прогuloчным блоком и блоком обнаружения. Робот (рисунок А.9) в основном используется для точного обследования полевых данных о почве и имеет плохие условия доступности, малое пространство, а также кустарниковые культуры и других людей, которым нелегко добраться до среды сельскохозяйственных угодий.

На рисунке А.9 введены следующие обозначения: 1 – вертикальная колонна, 2 – вращающийся вал, 3 – платформа, 4 – бак гидравлического масла, 5 – ультразвуковой датчик; 6 – гидравлический двигатель, 7 – фильтр гидравлического масла, 8 – кронштейн, 9 – электрогидравлический клапан, 10 – камера с поворотным устройством, 11 – модуль сбора сигнала, 12 – централь-

ный блок управления, 13 – двигатель для передвижения, 14 – сигнальная лампа, 15 – приемная антенна, 16 – инфракрасный датчик, 17 – редуктор, 18 – трансмиссионная цепь, 19 – соединительный болт, 20 – рама колеса, 21 – колесо, 22 – стабильный модуль давления; 23 – аккумулятор; 24 – вращающийся вал; 25 – фиксатор аккумулятора, 26 – датчик твердости, 27 – первая шкала глубины, 28 – вторая шкала глубины, 29 – буровой цилиндр, 30 – поршень, 31 – подвижный шток подъемного цилиндра, 32 – подъемный цилиндр, 33 – седло подъема, 36 – антенна GPS, 37 – последовательный порт, 38 – клеммная коробка, 39 – сенсорный ЖК-экран, 40 – база, 41 – кнопка направления, 42 – кнопка переключения, 43 – кнопка выбора ГИС, 44 – кнопка включения видео.

Шагающий блок состоит из шагающего шасси и двух замедляющих движущихся двигателей, закрепленных на шасси. Ходовые моторы с пониженной передачей приводят в движение колеса с обеих сторон через редуктор через трансмиссионную цепь, с той же стороны колеса соединены последовательно с помощью колесной рамы и закреплены под ходовой частью, между колесами на одной стороне управляемый приводной цепью. Передний и задний концы ходового шасси оснащены ультразвуковыми датчиками. Два шагающих двигателя торможения и ультразвуковой датчик электрически соединены с центром блоком управления. Количество упомянутых колес шесть. Блок обнаружения включает в себя гидравлическое силовое устройство, подъемный масляный цилиндр и буровой нефтяной цилиндр, приводимый в действие гидравлическим силовым устройством. Гидравлический силовой агрегат закреплен на ходовом шасси, а подвижный стержень подъемного цилиндра жестко соединен с буровым цилиндром, и поршень бурения масляного цилиндра может быть вытянут и втянут вдоль цилиндра бурового масла, установлен конец поршня цилиндра бурового масла. Элемент обнаружения почвы снабжен датчиком твердости почвы в верхней части. Стойка соединена между подъемным масляным цилиндром и ходовой частью, а стойка может находиться в вертикальном направлении и поворачивать в го-

ризонгальном направлении. На буровом цилиндре установлено устройство позиционирования GPS для определения положения измерения твердости грунта. Географические координаты, которые электрически связаны с центральным блоком управления. Элемент обнаружения почвы имеет первую шкалу глубины и вторую шкалу глубины. Инфракрасный датчик также предусмотрен на боковом конце ходовой части и электрически связан с центральным блоком управления. Камера, способная вращаться на 360°, также расположена над ходовой частью и соединена с центральным блоком управления.

Робот для измерения твердости почвы дополнительно содержит терминал дистанционного управления, который соединен с центральным блоком управления. Блок управления осуществляет беспроводную связь, терминал дистанционного управления включает в себя устройство отображения, а терминал дистанционного управления включает в себя ручное управление переключателем для направления движения робота.

Изготовление самоходного средства для измерения твердости почвы очень затратно и для наших целей нецелесообразно, так как проблем с доступностью к территории испытания нет никаких. Также можно рассмотреть устройство для измерения твердости почвы, которое устанавливается на транспортное средство. Пример такого устройства приведен ниже.

Пенетрометр автоматический от компании DATAFIELD (рисунок А.10) предназначен для автоматического определения уплотнения почвы на разных глубинах с привязкой измерений к GPS координатам.



Рисунок А.10 – Автоматический пенетрометр Datafield

Система представляет собой автоматизированный измерительный стержень, который устанавливается на внедорожник, квадроцикл, грузовик или другую технику. Управление процессом измерения осуществляется непосредственно с экрана, который можно разместить в кабине транспортного средства. Измерения проводятся на глубине до 60 см. Данные хранятся с привязкой к GPS координатам. Передача данных на сервер осуществляется через GSM канал. Возможно размещение с пробоотборником почвы на выносной раме.

Минусом такой системы измерения можно назвать уплотнение почвы сельхозугодий и затраты на обслуживание. Плюсом быстрота проведения измерений.

А.3 Заключение

На основании анализа технических решений разнообразных конструкций ручных и самоходных твердомеров поверхностей, почв и грунтов разной сложности и назначения конструктивные элементы или структурная схема которых могут быть использованы для разработки мобильного твердомера почвы – предлагается разработать экспериментальный образец методики и средства измерения твердости почв, удовлетворяющее действующим требованиям нормативных документов. А также разработать актуальные технические требования к экспериментальному образцу средства измерения, которые удовлетворяли бы современным требованиям и характеристикам, предъявляемым к данному средству измерения. При разработке мобильного твердомера необходимо использовать современные конструкторские решения и обеспечить рентабельность изготовления.

Разрабатываемое средство измерения будет находиться на должном техническом уровне в ближайшие 10 лет и найдет применение в системе МИС, НИИ Минсельхоза России и стран СНГ, а также в сельхозпредприятиях, занимающихся сельским хозяйством.

Необходимо выполнить НИР с изготовлением экспериментального образца интеллектуальной системы сбора данных для определения потребительских свойств сельскохозяйственной техники и разработать методику измерений. Кроме того, необходимо создать управляющую программу для автоматизации процесса управления, обработки и регистрации полученных данных на компьютере.

А.4 Задание № 2.1.9.5 на проведение патентных исследований

Наименование темы: «Проведение исследований и разработка мобильного цифрового твердомера почвы»

Шифр задания: 2.1.9

Шифр темы: 2.1.9.5

Этап работы: НИР

Сроки выполнения: январь – март 2020 г.

Задачи патентных исследований: определение технического уровня и требований к мобильным цифровым измерителям твердости почвы.

Поиск путей решения проблемы конструктивного исполнения мобильного твердомера почвы.

Таблица А.1 – Календарный план проведения патентных исследований

Вид патентного исследования	Подразделение – исполнитель (соисполнители)	Ответственный исполнитель (Ф.И.О.)	Сроки выполнения патентных исследований. Начало. Окончание.	Отчетный документ
Определение технического уровня и требований к мобильным цифровым измерителям твердости почвы	Лаборатория разработки средств измерений и программного обеспечения	Таркинский В.Е. Слесарев В.Н. Попелова И.Г.	15.01.2020 – 29.03.2020 г.	Отчет о патентных исследованиях.

Руководитель патентного подразделения

_____ И.Г. Попелова

Руководитель лаборатории

_____ В.Е. Таркинский

Исполнитель

_____ В.Н. Слесарев

А.5 Регламент поиска № 2.1.9.5-2020 от 23.03.2020 г.

Наименование темы: «Проведение исследований и разработка мобильного цифрового твердомера почвы»

Шифр задания: 2.1.9

Шифр темы: 2.1.9.5

Номер и дата утверждения темы: № 2.1.9.5-2020 от 19.01.2020 г.

Цель поиска информации: анализ конструкции устройств для измерения плотности почв и грунтов.

Обоснование регламента поиска: проведен поиск по ОБ «Открытия изобретения», БД ФИПС и ЕРО и Р.Ж. «Изобретения стран мира». Глубина поиска – 10 лет.

Окончание поиска 29.03.2020 г.

Таблица А.2 – Таблица к регламенту поиска

Предмет поиска	Страна поиска	Источники информации, по которым проведен поиск								Ретро-спек-тивность	Наименование информационной базы
		Патентные		НТИ		Конъюнктурные		другие			
		Наименование	Классификационные рубрики, МПК,	Наименование	Рубрики УДК и др.	Наименование	Код товара: ГС, СМТК, БТН	Наименование	Классификационные индексы		
Портативные устройства для определения твердости почв и грунтов	РФ, Корея, Китай, Украина, Япония, США, Финляндия	ОБ «Открытия изобретения»	G01N3/02 G01N3/06 G01N3/14 G01N3/40 G01N3/42 G01N9/00 G01N33/24 E02D1/00	Р.Ж. «Современные проблемы науки и образования»,						10 лет	ФГНУ «РосНИИТиМ», Изобретения стран мира, Евразийское патентное ведомство, Банк патентов, НПО НАТИ, электронный ресурс Internet
Самоходные устройства для определения твердости почв и грунтов			B60K1/00 B60K17/28 B60R16/02	Отчеты НИИ по проблеме							

Таблица А.3 – Патентная документация

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс	Заявитель (патентообладатель), страна, номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации	Название изобретения (полезной модели, образца)	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования (только для анализа патентной чистоты)
1	2	3	4	5
Портативные устройства для определения твердости почв и грунтов	РФ Патент на изобретение RU 2699755 E02D1/00	ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» Головинов Е. Э. Кудрявцева Л. В. Добрачев Ю. П., 2018141939, опубл. 10.09.2019 заявл. 28.11.2018	Устройство для измерения твердости почвогрунтов	Действует
То же	РФ Патент на изобретение RU 2614336 G01N3/42	ФГОУ ВПО Сибирский федеральный университет Желукевич Р.Б. Безбородов Ю. Н. Кайзер Ю. Ф. Лысянников А. В. Артёменко В. А. Желукевич В. Е. Серебренникова Ю. Г. 2016104704 опубл. 24.03.2017 заявл. 11.02.2016	Твердомер	Не действует

Продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5
То же	РФ Патент на полезную модель RU 152560 G01N33/24; G01N3/307; G01N3/14	ФГОУ ВПО Волгоград- ский государственный аграрный университет Борисенко И. Б. Новиков А. Е. Моторин В. А. Пындак В. И. RU20130153665U опубл. 10.06.2015 заявл. 03.12.2013	Устройство для измере- ния твердости почв	Не действует
То же	РФ Патент на полезную модель RU 135146 G01N33/24	ГНУ ВНИАЛМИ Рос- сельхозакадемии Жданов Ю. М. Корпушов С. А. 2013110614 опубл. 27.11.2013 заявл. 11.03.2013	Устройство для измере- ния твердости почвы	Не действует
То же	РФ Патент на полезную модель RU 106746 G01N9/00	ГНУ ВНИАЛМИ Рос- сельхозакадемии Жданов Ю. М. Петров В. И. Корпушов С. А. RU20100151074U опубл. 20.07.2011 заявл. 13.12.2010	Устройство для измере- ния твердости почвы	Не действует
То же	РФ Патент на изобретение RU2433399 G01N3/40; G01N33/24	ФГОУ ВПО Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева Савельев В. А. RU20100139466 опубл. 10.11.2011 заявл. 24.09.2010	Устройство для измере- ния твердости почвы	Не действует

Продолжение таблицы А.3

1	2	3		
То же	РФ Патент на изобретение RU 2350923 G01N3/42	ФГОУ ВПО Сибирский федеральный университет Желудкевич Р.Б. Ганжа В. А. Подвезенный В. Н. Овсянников К. Л. Шматов А. В. 2007117229 опубл. 27.03.2009 заявл. 08.05.2007	Твердомер	Не действует
То же	РФ Патент на полезную модель RU 78574 G01N9/00	РосНИИТиМ Киреев И. М. Трубицын Н. В. Коваль З. М. RU20080129960U опубл. 27.11.2008 заявл. 21.07.2008	Устройство для измере- ния твердости почвы	Не действует
То же	Китай Патент на изобретение CN110346228 G01N3/02; G01N3/40; G01N3/06	UNIV GUIZHOU NORMAL WANG CHUNMEI CN201910741797 опубл. 18.10.2019 заявл. 12.08.2019	Пенетромтр для изме- рения твердости почвы	Действует
То же	Китай Патент на изобретение CN110057703 G01N3/02; G01N3/40	CHEN ZHONGXIN CHEN ZHONGXIN CN201910393856 опубл. 26.07.2019 заявл. 13.05.2019	Устройство для опреде- ления твердости лесных почв	Действует

Окончание таблицы А.3

1	2	3	4	5
То же	Китай Патент на изобретение CN108982266 G01N3/40	NANCHANG SHOUNUO TECH CO LTD XUE DELIANG CN201810443454 опубл. 11.12.2018 заявл. 10.05.2018	Устройство для исследования твердости грунта	Действует
То же	Япония Патент на изобретение JP2018189482 G01N3/40	DAIKI RIKА KOGYO KK OISHI MASAYUKI JP20170091749 опубл. 29.11.2018 заявл. 02.05.2017	Устройство для измерения жесткости почвы	Действует
То же	Китай Патент на полезную модель CN207779836 G01N3/02; G01N3/40	GUIZHOU INST TECH JIAO WEIGUO; ZHANG JIN; LIU XIANG; XIONG LIANG; LUO CHANGHU CN20182027150U опубл. 28.08.2018 заявл. 08.01.2018	Реализация конструкции устройства для определения твердости почвы	Действует
То же	Китай Патент на полезную модель CN207456991 G01D21/00; G01N3/40	YILI NORMAL UNIV SHAWULI DAWUTIBAI; CUI DONG; CHEN CHEN CN201721748501U опубл. 05.06.2018 заявл. 04.12.2017	Устройства контроля твердости почвы для растительности	Действует
То же	Китай Патент на полезную модель CN207007635 G01N3/04; G01N3/48	JI YIZHAO JI YIZHAO CN201720575313U опубл. 13.02.2018 заявл. 23.05.2017	Устройство для обнаружение почвы с помощью датчика твердости почвы	Действует

Таблица А.4 – Научно-техническая, конъюнктурная, нормативная документация и материалы государственной регистрации (отчеты о научно-исследовательских работах)

Предмет поиска	Наименование источника	Автор, фирма (держатель) технической документации	Наименование
Портативные устройства для определения твердости почв и грунтов	http://newru.agrolla.ru	США Spectrum Technologies Inc	Измеритель плотности почвы FieldScout SC 900 (пенетрометр)
	http://europribor.ru	Финляндия Farmcomp Agroelectronics Inc	Плотномер почвы (пенетрометр) Wile Soil
	http://priborpostavka.ru	Украина НПП ХАРТОН-ЭНЕРГО	Почвенный твердомер
	http://motom.com.ua	Украина НПК МОТОМ	Плотномер почвы «ЛАН-М»
Самоходные устройства для определения твердости почв и грунтов	https://shop.gpsgeometer.com	Украина DATAFIELD	Пенетрометр Datafield автоматический (плотномер почвы; устанавливается на машину)

А.6 Отчет о поиске

1 Поиск проведен в соответствии с темой № 2.1.9.5-2020 от 19.01.2020 г и регламентом поиска № 2.1.9.5-2020 от 23.03.2020 г.

2 Этап работы – не имеется.

3 Начало поиска – январь 2020 г. Окончание поиска – март 2020 г.

4 Сведения о выполнении поиска (указывают степень выполнения регламента поиска, отступления от требований регламента, причины их отступления) – поиск выполнен в соответствии с регламентом.

5 Предложения по дальнейшему проведению поиска и патентных исследований – дальнейшее проведение патентного поиска нецелесообразно.

6 Материалы, отобранные для последующего анализа – для последующего анализа отобран следующий информационный материал

- по научно-техническим публикациям;
- по проведенным патентным исследованиям;
- по научно-технической, конъюнктурной, нормативной документации и материалам государственной регистрации;
- по Web-сайтам Интернета.

Патентный поиск проводился на сайтах:

- Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам – ФГУ ФИПС (www.fips.ru);
- Евразийского патентного ведомства (www.espace.net.ru)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Патент на полезную модель

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 199862

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ КООРДИНАТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса" (ФГБНУ "Росинформагротех") (RU)*

Авторы: *Трубицын Николай Владимирович (RU),
Таркивский Виталий Евгеньевич (RU)*

Заявка № 2020109623

Приоритет полезной модели 04 марта 2020 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 23 сентября 2020 г.

Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает 04 марта 2030 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев

