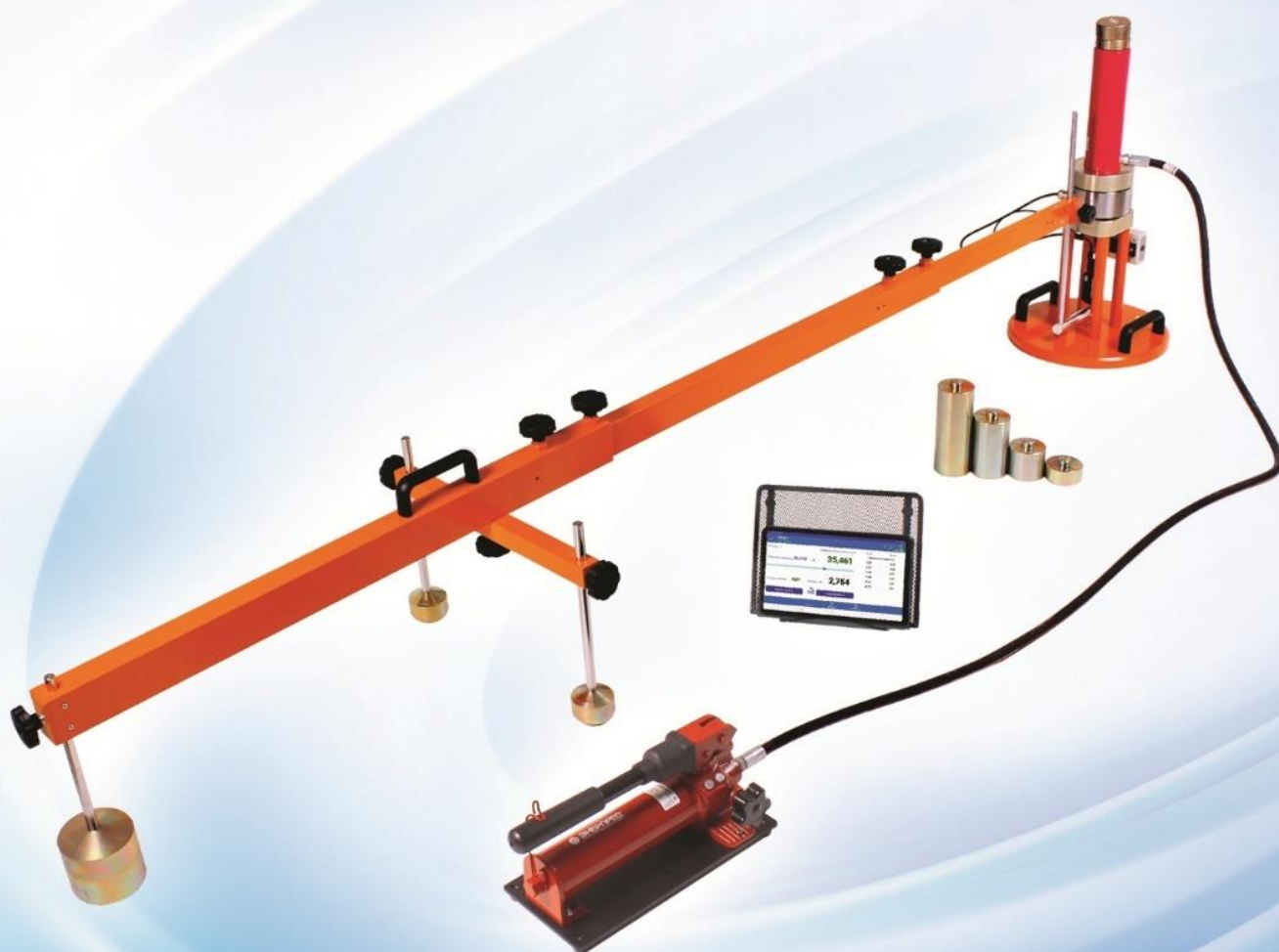


РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

НКИП.408025.100 РЭ

# СПГ-1

УСТАНОВКА ШТАМПОВАЯ



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

**ИНТЕРПРИБОР**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ УСТАНОВКИ.....	3
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	4
3 СОСТАВ УСТАНОВКИ .....	5
4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА .....	6
4.1 Принцип работы.....	6
4.2 Устройство установки .....	8
5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ .....	13
6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	14
6.1 Эксплуатационные ограничения .....	14
6.2 Подготовка к работе .....	14
6.3 Управление установкой и индикация рабочих режимов преобразователем сигналов .....	16
6.4 Работа с планшетным компьютером.....	16
6.5 Порядок проведения испытаний с использованием установки по методу ГОСТ Р 59866.....	42
6.6 Оценка и представление результатов испытаний .....	53
7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	54
8 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ.....	55
9 УПАКОВКА .....	56
10 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ .....	57
11 УТИЛИЗАЦИЯ .....	58
12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА .....	58
13 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	60
14 КОМПЛЕКТНОСТЬ .....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ А Протокол измерения показателей деформативности .....	62

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения характеристик, принципа работы, устройства, конструкции и порядка использования установки штамповой «СПГ-1» (далее - установки) с целью правильной ее эксплуатации.

Установка выпускается в двух модификациях, отличающихся диапазонами измерения перемещения (осадки):

- СПГ-1.1 с предельным значением до 12 мм;
- СПГ-1.2 с предельным значением до 25 мм.

В связи с постоянной работой по совершенствованию установки, улучшением ее технических и потребительских качеств, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

Эксплуатация установки допускается только после изучения руководства по эксплуатации.

Производитель оставляет за собой право вносить изменения в настоящее руководство по эксплуатации. Актуальную версию руководства можно скачать со страницы продукта на сайте производителя: <https://www.interpribor.ru/>

При возникновении каких-либо затруднений при работе с установкой и при отсутствии необходимой информации в данном руководстве, пожалуйста, позвоните производителю по номеру, указанному в п.12.9.

## **1 НАЗНАЧЕНИЕ УСТАНОВКИ**

1.1 Установка предназначена для измерения силы нагружения (далее – силы) и перемещения (осадки) нагрузочной плиты при определении показателей деформативности конструктивных слоев дорожной одежды из несвязных материалов и грунтов земляного полотна с использованием методов, приведенных в документах ГОСТ Р 59866 и ГОСТ Р 71623.

1.2 Установка используется при контроле качества уплотнения грунтов земляного полотна и дополнительных слоев оснований автомобильных дорог, аэродромов, высокоскоростных железнодорожных линий и прочих земляных сооружений.

1.3 Рабочие условия эксплуатации:

- диапазон температур окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 30 °С и более низких температурах, без конденсации влаги;

- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

1.4 Установка соответствует обыкновенному исполнению изделий третьего порядка по ГОСТ Р 52931.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Диапазон измерений силы, кН	0,7 ... 100
Разрешающая способность при измерении силы, кН, не менее	0,001
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения силы, %	$\pm 1,0$
Диапазон измерений перемещения, мм	
- СПГ-1.1 при использовании ИСП-1.1	0 ... 12
- СПГ-1.2 при использовании ИСП-1.2	0 ... 25
Разрешающая способность при измерении перемещения, мм	0,005
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения перемещения в рабочих условиях, мм	$\pm (0,015 S + 0,015)$

Таблица 2 – Технические характеристики

Интерфейс связи с планшетным компьютером	Bluetooth 5.0 (BLE)
Питание, В:	
- от встроенного Li-Pol аккумулятора	$3,7 \pm 0,5$
- от внешнего источника питания (зарядное устройство, блок автономного питания)	$5 \pm 0,25$
Емкость используемого аккумулятора, мА*ч	5000
Потребляемая мощность, Вт, не более	1,0
Время непрерывной работы, ч, не менее	50
Масса установки с нагрузочной плитой 300 мм, кг, не менее	55
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не менее	2450 × 450 × 940
Масса нагрузочных плит, кг, не менее:	
- диаметром 600 мм	60,7
- диаметром 762 мм	80

Габаритные размеры нагрузочных плит (диаметр × высота), мм, не менее: - диаметром 600 мм - диаметром 762 мм	600 × 85 762 × 74
Степень защиты элементов установки по ГОСТ 14254-2015	IP54
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	6000
Средний срок службы, лет, не менее	10

Таблица 3 – Диапазоны показаний показателей деформативности грунтов

Диапазон статического модуля упругости, МПа	10 ... 250
Диапазон модулей деформации при первичном и повторном нагружениях, МПа	до 250
Диапазон показателя уплотнения грунта	до 5

При применении установки с нагрузочной плитой 300 мм наибольшая крупность зерна слоя, при которой целесообразно определять модуль упругости, составляет 90 мм. При проведении измерений на слабых или крупнообломочных грунтах, а также слоях из материалов с включением частиц более 90 мм применяют нагрузочные плиты диаметром 600 или 762 мм.

### 3 СОСТАВ УСТАНОВКИ

В состав установки входят:

- механизм нагружения (помпа гидравлическая и гидроцилиндр с поршнем);
- нагрузочная плита диаметром 300 мм (плиты 600/762 мм по заказу);
- силопередающее устройство (подставка домкрата);
- устройство для измерения осадки нагрузочной плиты (далее - прогибомер) в составе:
  - сборная система, состоящая из четырех профильных труб на трех регулируемых опорах;
  - держатель датчика перемещения;
  - комплект насадок-удлинителей (25, 50, 100 и 150 мм);
  - магнитный шарнирный упор;
  - измеритель ИСП-1 (ГРСИ РФ № 97032-25) двух модификаций, в составе:
    - преобразователь сигналов;
    - силоизмерительный датчик;

- абсолютный линейный датчик положения (перемещения);
- регистрирующее и управляющее устройство в виде планшетного компьютера (далее - ПлК) под управлением ОС Android.

## 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

### 4.1 Принцип работы

Принцип работы установки основан на измерении силы нагружения и перемещения (осадки) нагрузочной плиты, передаче данных измерителем ИСП-1 в управляющую программу, установленную на ПлК, для последующей обработки измеренных параметров. Данные параметры используются для вычисления комплекса показателей несущей способности грунта при использовании метода статического нагружения испытываемого участка грунта дисковым штампом, с созданием циклической ступенчатой вертикальной нагрузки на штамп по ГОСТ Р 59866.

Сущность метода заключается в последовательной нагрузке и разгрузке участка грунта круглой металлической пластиной с помощью гидроцилиндра, гидравлической помпы (далее - насос) и внешнего давления (для его создания может быть использован грузовой автомобиль, тяжелая техника и пр.). Проводятся два измерительных цикла в процессе которых информация, полученная с помощью измерительных датчиков, передается по радиоканалу в регистрирующее устройство (ПлК).

В завершении двух циклов измерений вычисляются модули деформации  $E_{v1}$  и  $E_{v2}$ , представляющие собой показатели несущей способности грунта, отношение  $E_{v2}/E_{v1}$ , представляющее собой показатель степени уплотнения грунта и модуль упругости  $E_u$ .

Модули деформации при первичном и повторном нагружениях  $E_v$ , МН/м<sup>2</sup> (МПа), рассчитываются по формуле:

$$E_v = \frac{0,75 \cdot D}{a_1 + a_2 \cdot \sigma_{0max}}, \quad (1)$$

где

0,75 - коэффициент, учитывающий специфику проведения измерений нагрузочными плитами и усредненный коэффициент Пуассона;

D - диаметр нагрузочной плиты, мм;

$a_1$  - постоянная многочлена второй степени, мм/(МН/м<sup>2</sup>);

$a_2$  - постоянная многочлена второй степени, мм/(МН<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>);

$\sigma_{0max}$  - максимальное давление при измерении, МН/м<sup>2</sup>.

Для определения модулей деформации при первичном и повторном нагружениях за основу принимают компенсирующие линии установления давления. Компенсирующие линии установления давления рассчитываются с помощью многочлена второй степени, постоянные которого определяются путем приведения в соответствие измеренных значений осадки по методу наименьших квадратов.

Расчетная осадка нагрузочной плиты  $S_{расч}$ , мм, рассчитывается по формуле

$$S_{расч} = a_0 + a_1 \cdot \sigma_0 + a_2 \cdot \sigma_0^2, \quad (2)$$

где

$a_0, a_1, a_2$  - постоянные многочлена;

$\sigma_0$  - максимальное давление при измерении, МН/м<sup>2</sup>.

Показатель уплотнения грунта рассчитывается по формуле:

$$K_e = \frac{E_{v2}}{E_{v1}}, \quad (3)$$

где

$E_{v1}$  - модуль деформации при первичном нагружении, МН/м<sup>2</sup> (МПа);

$E_{v2}$  - модуль деформации при повторном нагружении, МН/м<sup>2</sup> (МПа).

Модуль упругости  $E_y$ , МПа, рассчитывается по формуле:

$$E_y = \frac{0,785 \cdot (\sigma_{max1} - \sigma_0) \cdot D}{S_y} \cdot (1 - \mu^2), \quad (4)$$

где  $\sigma_{max1}$  - максимальная нагрузка при первичном нагружении, МН/м<sup>2</sup>;

$\sigma_0$  - нагрузка при нулевой ступени нагружения, МН/м<sup>2</sup>;

$D$  - диаметр нагрузочной плиты, мм;

$S_y$  - упругая деформация при первичном нагружении, мм;

$\mu$  - коэффициент Пуассона, принимаемый равным 0,3.

Упругая деформация при первичном нагружении  $S_y$ , мм, рассчитывается по формуле:

$$S_y = S_1 - S_{ост}, \quad (5)$$

где  $S_1$  - полная деформация при максимальной нагрузке при первичном нагружении, мм;

$S_{\text{ост}}$  - остаточная деформация после проведения разгрузки, мм.

## 4.2 Устройство установки

4.2.1 СПГ-1 представляет собой установку статического нагружения штамповую.

Общий вид установки представлен на рисунке 1.

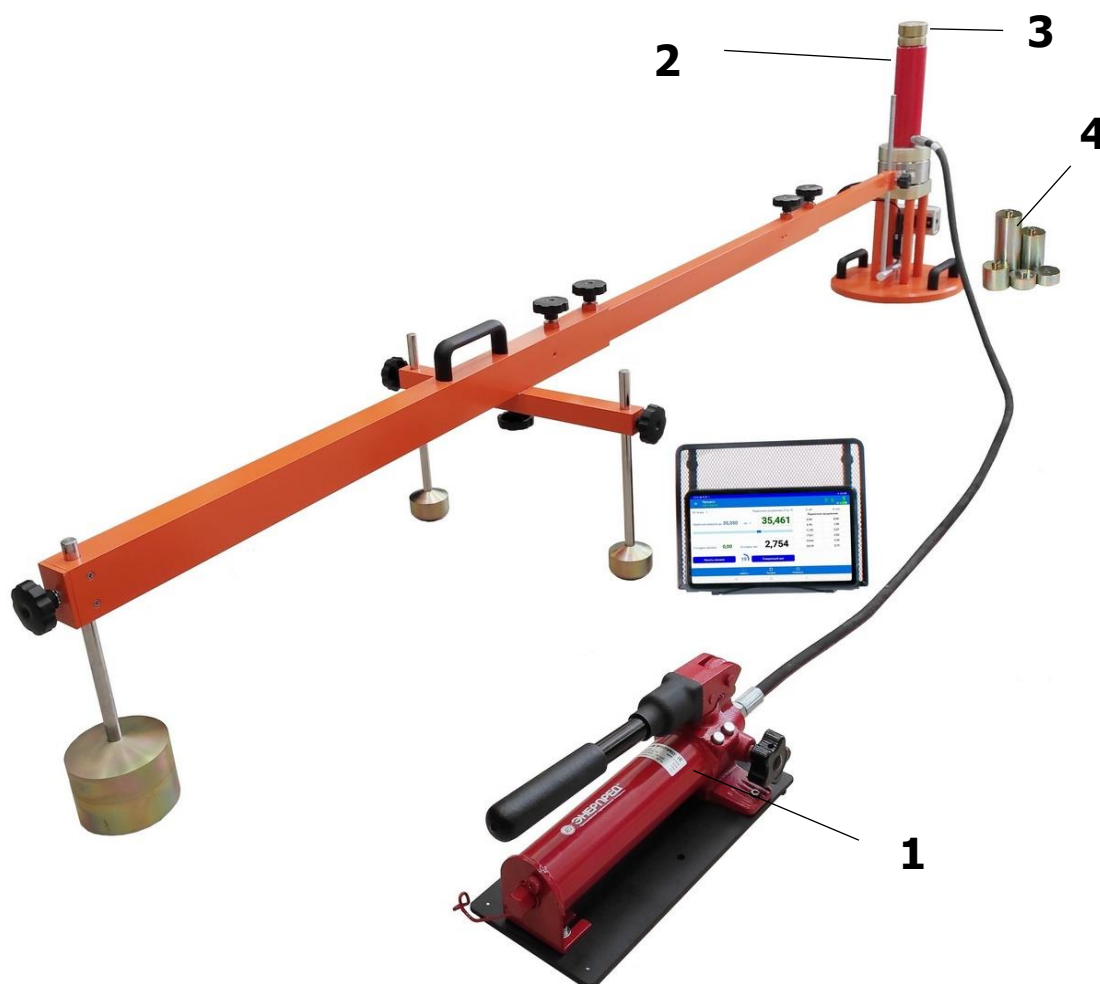


Рисунок 1 – Общий вид установки СПГ-1

4.2.2 Механизм нагружения установки состоит из помпы гидравлической (1) и гидроцилиндра (2) с поршнем, связанных между собой рукавом высокого давления (РВД) длиной 2 м и развивающий требуемое усилие в зависимости от используемой нагрузочной плиты.

В качестве противовеса допускается использовать строительную технику или иные устройства, нагрузка от которых не менее чем на 10 кН превышает максимальную нагрузку, создаваемую штамповой установкой статического нагружения в процессе измерения.



Для упора поршня гидроцилиндра в противовес (корпусной элемент тяжелого транспортного средства) используется магнитный шарнирный упор (3).

Конструкция механизма нагружения обеспечивает возможность поэтапного нагружения штампа ступенями давления  $0,01 \text{ МН/м}^2$ , осуществляет центрированную передачу нагрузки на штамп, поддерживает постоянство давления на каждой ступени нагружения и обеспечивает разгрузку механизма после проведения испытаний.

Минимальное расстояние для установки оборудования с нагрузочной плитой 300 (от поверхности грунта до места упора в противовес) составляет 630 мм, для плиты 600 составляет 610 мм, для плиты 762 составляет 630 мм. Для компенсации различий в высоте транспортных средств, используемых в качестве реактивных нагрузок, предусмотрено применение удлиняющих элементов (4) - металлических насадок, позволяющих увеличить начальную длину нажимного поршня по меньшей мере до 1000 мм и обеспечить упор в противовес.

4.2.3 Нагрузочная плита диаметром 300 мм с опорным блоком силоизмерительного датчика (далее – нагрузочная плита) имеет толщину 20 мм, изготовлена из низкоуглеродистой нелегированной конструкционной стали и имеет две ручки для переноски.



Рисунок 2 – Нагрузочная плита 300 мм с опорным блоком силоизмерительного датчика

В центре плиты на цилиндрических стойках установлен опорный блок с углублением для установки силоизмерительного датчика (рис. 2).

Для обеспечения горизонтальности плиты при установке на грунт на плите предусмотрен пузырьковый уровень.

Нагрузочная плита диаметром 600 мм имеет высоту 80 мм, снабжена двумя ручками для переноски и равномерно расположенными ребрами жесткости, имеющими проточку для установки плиты 300 мм.



Рисунок 3 – Грузовая плита диаметром 600 мм

Нагрузочная плита диаметром 762 мм с проточкой под установку плиты 600 мм имеет толщину 25 мм и снабжена четырьмя ручками для переноски.



Рисунок 4 – Грузовая плита диаметром 762 мм

4.2.4 Устройство для измерения нагрузки (рис. 5) содержит силоизмерительный тензодатчик (**6**) и подставку гидроцилиндра (**7**), одновременно выполняющую роль силопередающего устройства.

Для возможности периодической поверки тензодатчика в составе измерителя ИСП-1 (**9**), он выполнен съемным.

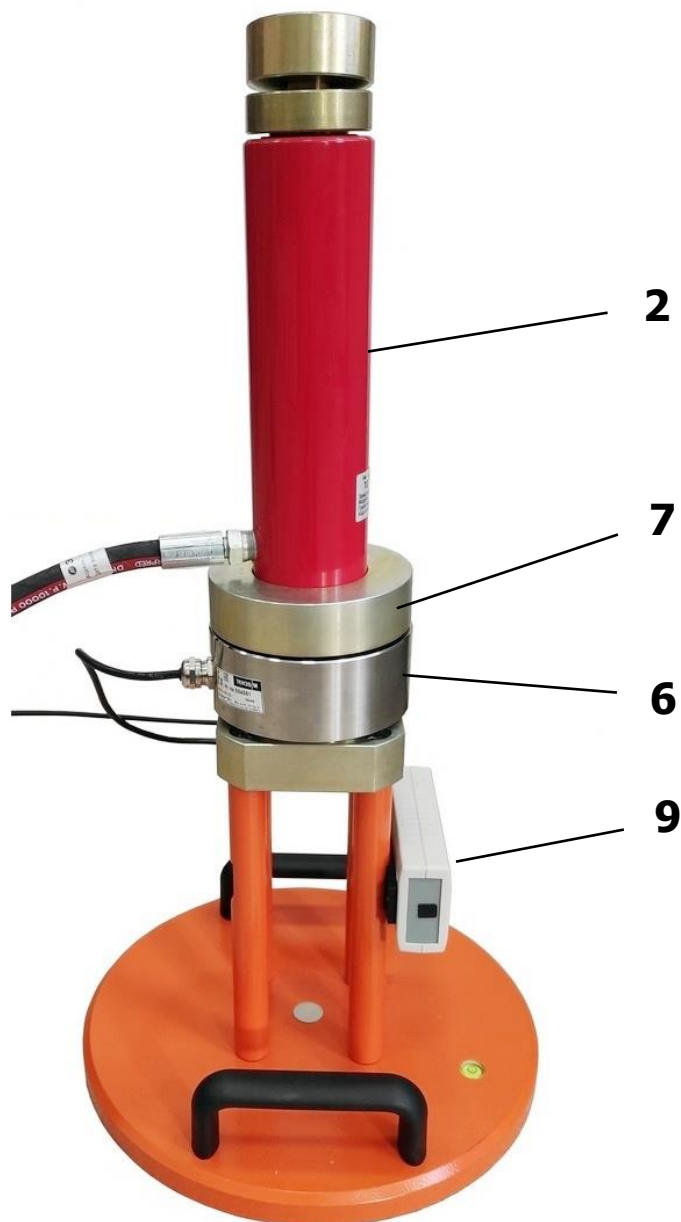


Рисунок 5 – Нагрузочная плита 300 мм  
с установленным гидроцилиндром

4.2.5 Прогибомер (рис. 6) состоит из:

- несущего каркаса на трех регулируемых опорах (**10**), представляющего собой сборную систему из четырех профильных труб;

- вертикально перемещаемого держателя датчика перемещения, устойчивого к кручению и изгибу (**11**);
- датчика измерения перемещения из состава ИСП-1 (**8**).

Несущий профильный металлический каркас выполнен разборным. Максимальное расстояние от центра оси опор до центра нагрузочной плиты составляет 1500 мм.

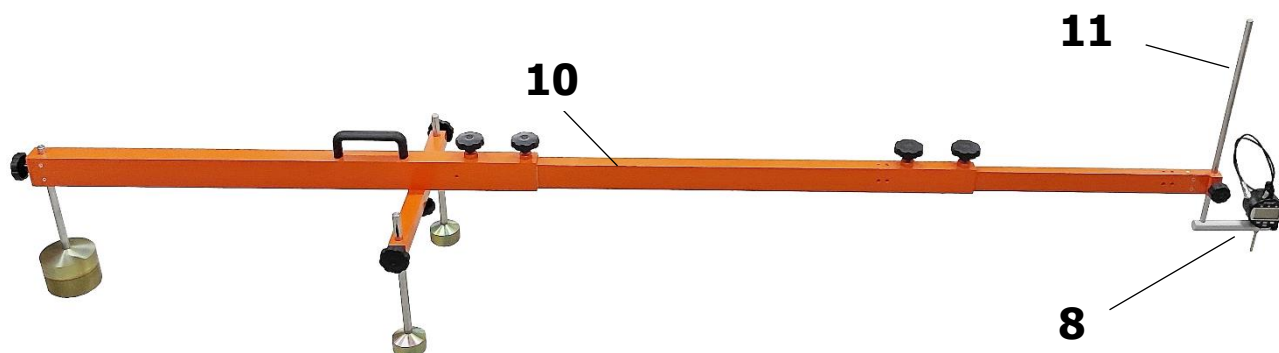


Рисунок 6 – Прогибомер в сборе

4.2.6 Преобразователь сигналов (далее – ПС) измерителя ИСП-1 включает в свой состав:

- пластиковый корпус;
- печатную плату, с установленными на ней электронными компонентами и размещенную во внутреннем отсеке корпуса;
- разъемы с цветовой маркировкой для подключения сило-измерительного датчика и датчика измерения перемещения;
- литий-полимерную аккумуляторную батарею.

Аккумуляторная батарея (АКБ) встроена в корпус ПС, ее извлечение и замена потребителем не допускается.

На верхней крышке ПС (рис. 7А) размещена приборная табличка с краткими данными об изделии.

На одну из торцевых частей корпуса ПС выведен разъем USB-mini для подключения зарядного устройства, на другую торцевую часть корпуса выведены разъемы для подключения датчиков силы и перемещения.

На нижней крышке корпуса закреплен элемент магнитного крепления ПС к цилиндрическим стойкам нагрузочной плиты.

4.2.7 Управление ПС осуществляется при помощи приложения на Плк. Индикация состояния ПС производится двухцветным светодиодом.


Включение ПС производится кратковременным нажатием кнопки «».



Рисунок 7 – Преобразователь сигналов ИСП-1

## **5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 К работе с установкой допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по правилам техники безопасности, действующим на строительных объектах.

5.2 На обследование объекта составляется задание, которое должно содержать: схему обследования, перечень мероприятий, необходимых для обеспечения обследования и безопасности работ с указанием лиц, ответственных за их выполнение.

5.3 По способу защиты человека от поражения электрическим током установка соответствует классу III ГОСТ 12.2.007.0. Установка не требует заземления.

5.4 При работе с помпой гидравлической соблюдайте все меры предосторожности, приведенные в паспорте помпы из комплекта поставки.

## **6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **6.1 Эксплуатационные ограничения**

Измерения должны проводиться при температуре окружающего воздуха выше 5 °С.

Материалы слоев дорожной одежды и грунты рабочего слоя земляного полотна не должны находиться в замерзшем состоянии.

При проведении измерений на расстоянии не менее 5 м от испытываемого участка не должно находиться движущейся строительной техники. Штамповая установка и противовес не должны испытывать вибрацию во время измерений.

Климатические воздействия окружающей среды при проведении испытаний, не должны выходить за пределы значений для рабочих условий эксплуатации.

Значение относительной влажности грунта (отношение естественной влажности к влажности на границе текучести) при испытаниях должно находиться в диапазоне значений 0,6...0,8.

Влажность грунта и влажность на границе текучести определяют в соответствии с ГОСТ 5180. Пробы грунта отбирают в день выполнения штампových испытаний на расстоянии не более 1 м от точки проведения испытаний, не менее одного раза на участке. Отбор, упаковку, транспортирование и хранение грунта выполняют по ГОСТ 12071. На основании полученных результатов вычисляют относительную влажность в момент проведения испытаний, которую учитывают при определении показателей деформативности связных грунтов земляного полотна.

### **6.2 Подготовка к работе**

6.2.1 Перед использованием установки внимательно изучите эксплуатационные документы (паспорта) на гидравлический насос (помпу) и гидроцилиндр (домкрат грузовой).

6.2.2 При подготовке установки к работе необходимо:

- Внешним осмотром убедиться в отсутствии механических повреждений элементов установки.
- Зарядить аккумуляторы ПлК и ПС ИСП-1 от зарядного устройства из комплекта поставки (п.8.8), блока автономного питания или USB интерфейса компьютера.




- В соответствии с рекомендациями разделов 6.5.2-6.5.4 подготовить испытательные площадки, установить и настроить механизм нагружения и надлежащим образом собрать и разместить прогибомер.

- Проверить наличие масла в масляном резервуаре насоса. По необходимости долить до требуемого уровня. Во избежание выхода инструмента из строя, заблаговременно производите замену масла! Процедура замена масла приведена в паспорте на используемый насос.

- Приоткрыть сливную пробку на задней крышке насоса и повернуть кран сброса давления в положение «Заккрыть». Закрытие крана осуществляется вручную без приложения чрезмерных усилий.

- С помощью магнитного крепления установить ПС ИСП-1 на стойки устройства для измерения нагрузки.

- Подключить кабели датчиков к соответствующим разъемам ПС и включить датчик перемещения, нажатием кнопки «ON/OFF» (при её наличии) на панели датчика.

- Запустить приложение «СПГ» на ПЛК, в меню «Подключение» приложения нажать на клавишу «Начать поиск», и одновременно нажав кнопку «» на ПС ИСП-1, включить его для подключения к ПЛК по Bluetooth.

- В приложении подготовить к запуску новый измерительный процесс, ввести атрибуты и параметры процесса измерений.


- Сохранить настройки процесса, нажатием на соответствующую клавишу.

- Установка СПГ-1 готова к старту измерений.

### **6.3 Управление установкой и индикация рабочих режимов преобразователем сигналов**

Управление установкой осуществляется при помощи приложения на ПлК.



Индикация состояния ПС ИСП-1 производится двухцветным светодиодом.

Включение ПС производится кратковременным нажатием кнопки «». При этом, с интервалом в 0.5 секунды включается синий светодиод, оповещающий пользователя о готовности к подключению к ПлК.

После установления соединения ПлК с ПС интервал включения синего светодиода увеличивается до 2-х секунд.

Если при вышеописанных действиях вместо синего светодиода загорается красный светодиод, это означает, что напряжение аккумуляторной батареи снизилось ниже порогового значения и требуется ее подзарядка.

При подключении к ПС зарядного устройства или блока автономного питания красный светодиод включен постоянно, индицируя процесс заряда АКБ. При достижении полного заряда АКБ светодиод выключается.

Для выключения ПС следует разорвать соединение ПлК – ПС, нажав на иконку соединения  в приложении на ПлК, и длительным нажатием на кнопку «» выключить ПС.

### **6.4 Работа с планшетным компьютером**

Включить ПлК и дождаться его полной загрузки.

Разблокировать ПлК, проведя пальцем от нижнего края дисплея вверх.

Найти на рабочем столе или в меню приложений ПлК ярлык приложения «**СПГ**» и запустить его нажатием на ярлык.



### 6.4.1 Главное меню

Главное меню позволяет получить доступ ко всем основным функциям установки и представлено двумя экранами:

- главным экраном рабочего стола приложения (рис. 8А);
- экраном скрываемого списочного меню - "шторки" (рис. 8Б).

На экране рабочего стола размещены пиктограммы режимов работы установки при нажатии на которые происходят переходы на соответствующие экраны.

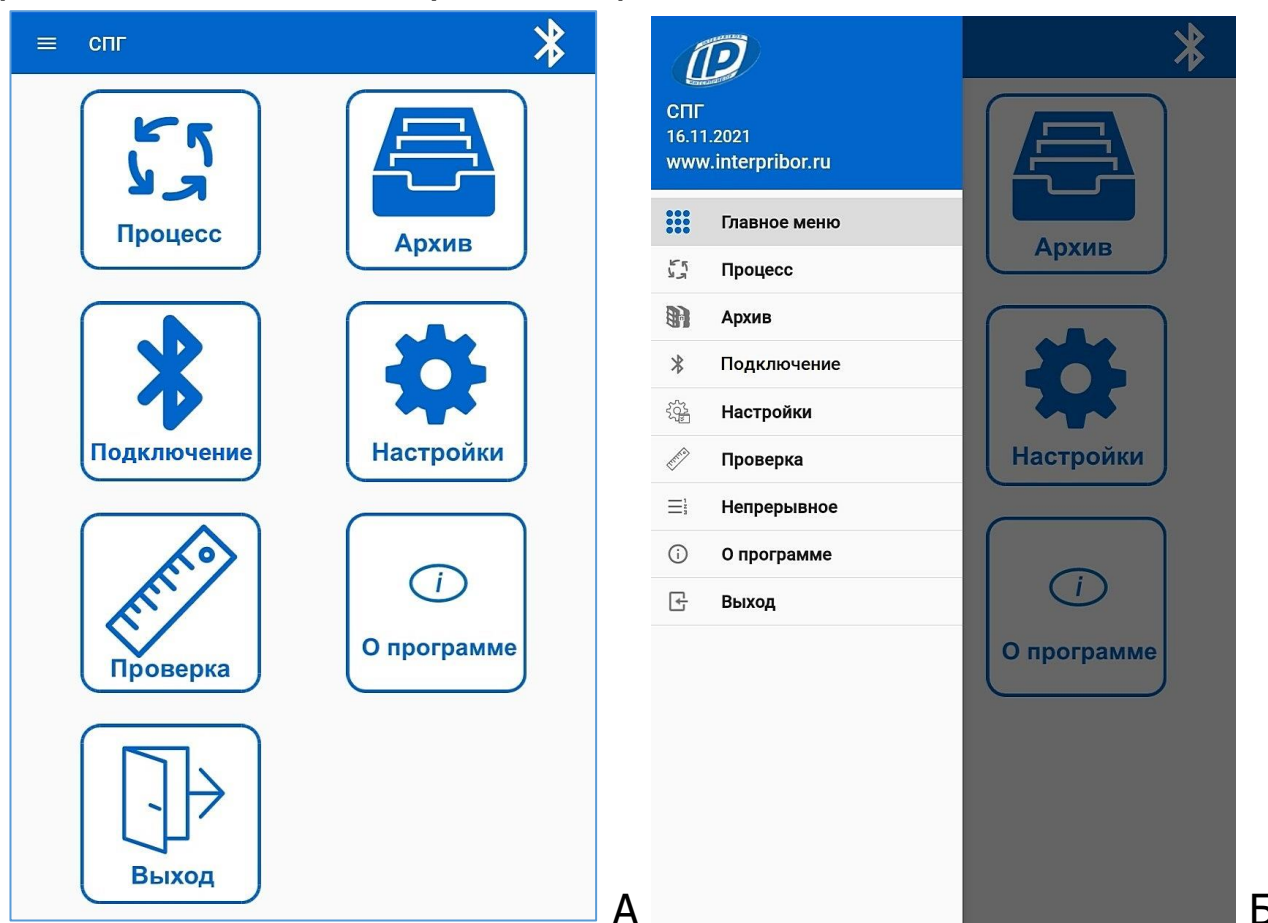



Рисунок 8 – Главное меню

Списочное меню можно вызвать в любой момент времени при нахождении на любом рабочем экране приложения нажатием на «гамбургер-меню»  или сдвигом «шторки» пальцем от левого края дисплея вправо.

### 6.4.2 Меню «Настройки»

С помощью инструментов данного экрана (рис. 9) можно настроить:

- отклик ПЛК при нажатиях на экран;
- включить/выключить звуковое информирование оператора при входе и выходе из рабочей зоны создаваемого давления при проведении измерений.

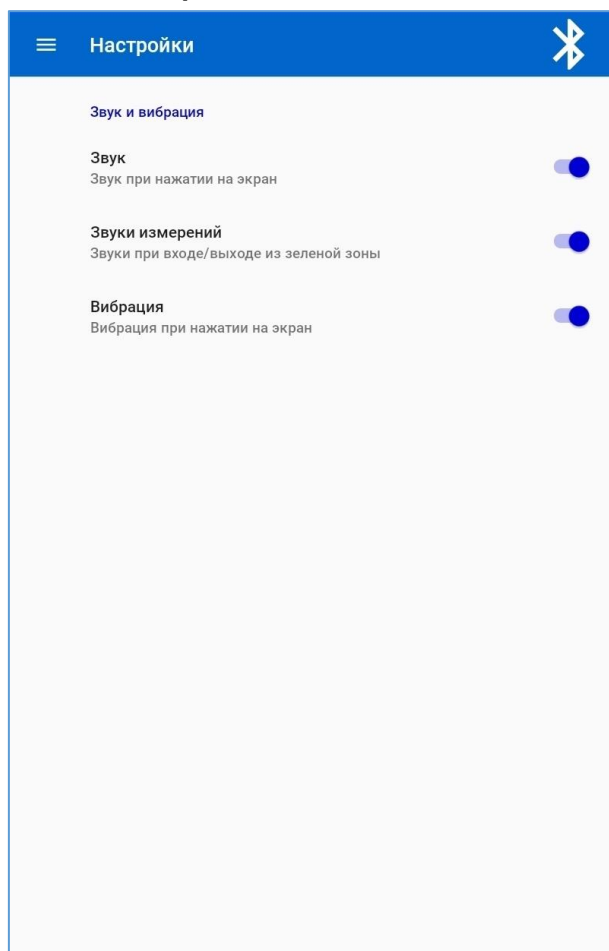


Рисунок 9 – Экран меню «Настройки»

### 6.4.3 Меню «Подключение»

Для подключения ПС к ПЛК необходимо нажать на клавишу «Начать поиск» и включить ПС.

После обнаружения ПЛК ПС, идентификатор установки СПГ-1 появится в списке найденных (рис. 10А).

При клике идентификатора найденного устройства, осуществляется переход на экран просмотра идентификационных параметров устройства (рис. 10Б).

Если идентификатор установки имеется в списке ранее сохраненных устройств, достаточно выбрать и кликнуть требуемый идентификатор в списке.

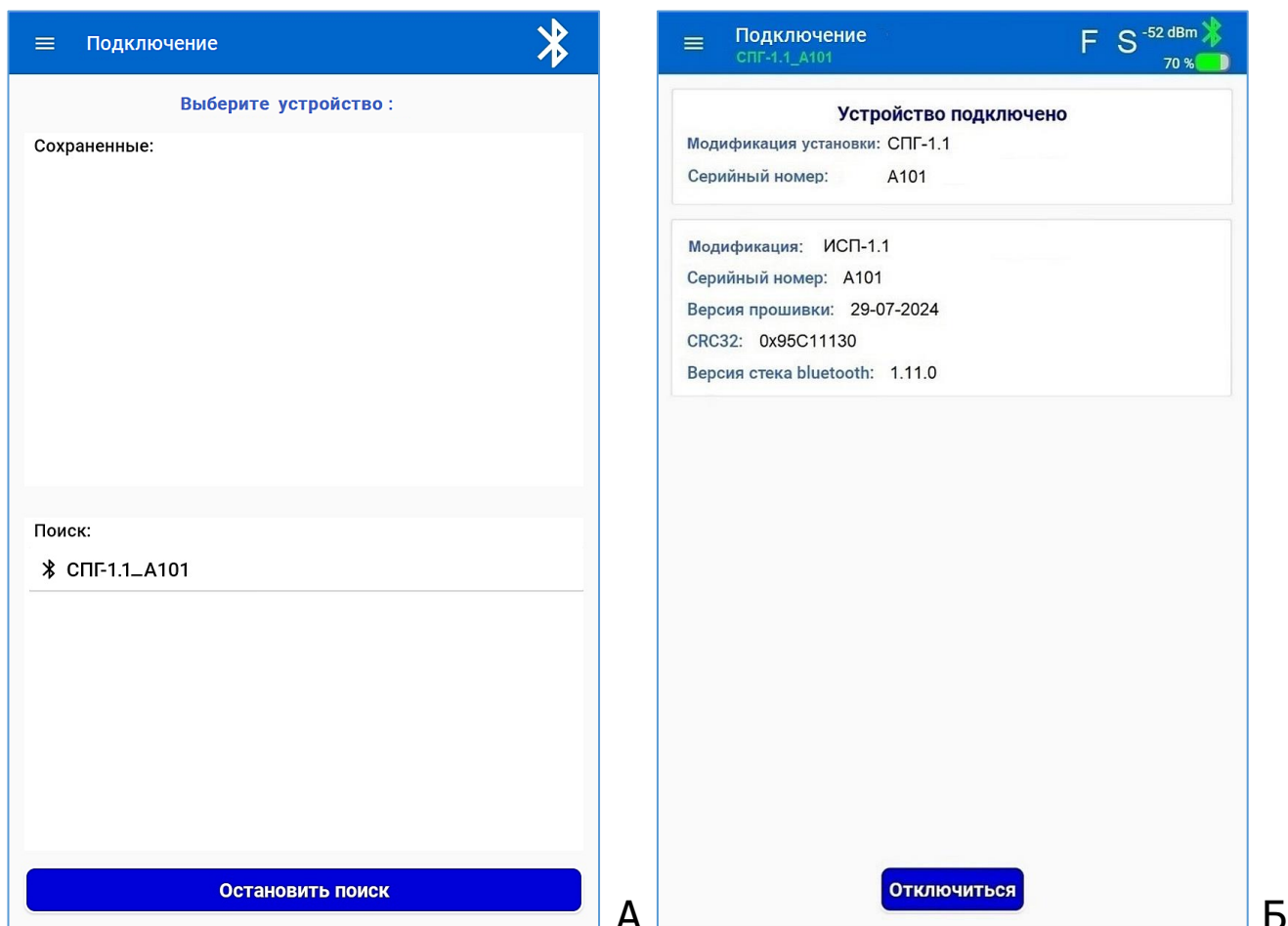


Рисунок 10 – Экраны меню «Подключение»

К идентификационным параметрам установки относятся:

- модификация установки;
- серийный номер установки;

После соединения ПС с ПлК в верхней зоне заголовка экрана выводятся:

- название установки СПГ-1 и её серийный номер;
- уровень сигнала в канале Bluetooth (в dBm);
- индикаторы подачи питания ПС ИСП-1 на внешние датчики F и S (белый цвет – питание снято; зеленый – питание подано, датчик в работе; красный – ошибка передачи данных);
- индикатор заряда АКБ ПС (в %).

После соединения ПС с ПлК можно начинать работу с установкой.

#### 6.4.4 Меню «Процесс»

После нажатия на строку «Процесс» на экране главного меню, происходит переход на экран «Атрибуты» (рис. 11), с целью ввода атрибутов (свойств объекта) и параметров процесса измерений контролируемых величин.

Рисунок 11 – Меню «Процесс», экран вкладки «Атрибуты»

При нажатии на клавишу «Создать новый процесс» приложение создает файл конфигурации для нового измерительного процесса, в который записываются все вводимые атрибуты процесса.

К атрибутам объекта относятся:

- название объекта, где осуществляются измерения (короткое название, по которому можно быстро идентифицировать объект исследования);
- описание объекта (наименование объекта строительства);
- наименование организации, проводящей испытания;
- местоположение измерительного участка/полигона и его протяженность (длина);

- конструктивный слой (наименование почвы, материал почвы, толщина почвы);
  - влажность грунта, измеренная внешним влагомером (%);
- Рабочий диаметр нагрузочной плиты (300, 300(песок)\*, 600 или 762 мм) является параметром настройки процесса.

Длины текстовых описаний атрибутов процесса (имя, описание, участок, конструктивный слой) не превышают 100 символов.



**Внимание!** Ввод/изменение атрибутов процесса и/или выбор настроек в окне создания нового процесса может быть осуществлено в любой момент времени, независимо от того, есть соединение с ПС или нет, т.к. данные атрибуты не записываются в ПС.

Изменение диаметра нагрузочной плиты возможно только в случае, если процесс измерений еще не запущен.

Клавиша «Сохранить изменения» служит для записи конфигурации процесса в приложении на ПЛК установленных атрибутов и параметров.

Клавиша «Выбрать существующий процесс», позволяет перейти к процессу (из числа сохраненных в памяти приложения), в котором необходимо запустить измерения в дополнительной точке.

По нажатию пиктограммы «Процесс» в меню управления, размещенного внизу экрана, пользователь переходит на экран визуализации хода процесса измерений. При этом автоматически запускается процесс испытаний и на экран выводится информация для оператора о текущем шаге испытаний «Установка гидроцилиндра» (рис.12).

После запуска испытаний, оператор последовательно, следуя подсказкам в окне ПЛК (на экране «Процесс») проводит пошаговые измерения, при этом приложение выводит на экран подсказки оператору о необходимости задания значения нагрузки на текущем шаге испытаний.

---

\* Выбор варианта измерений на грунтах с включением песка.

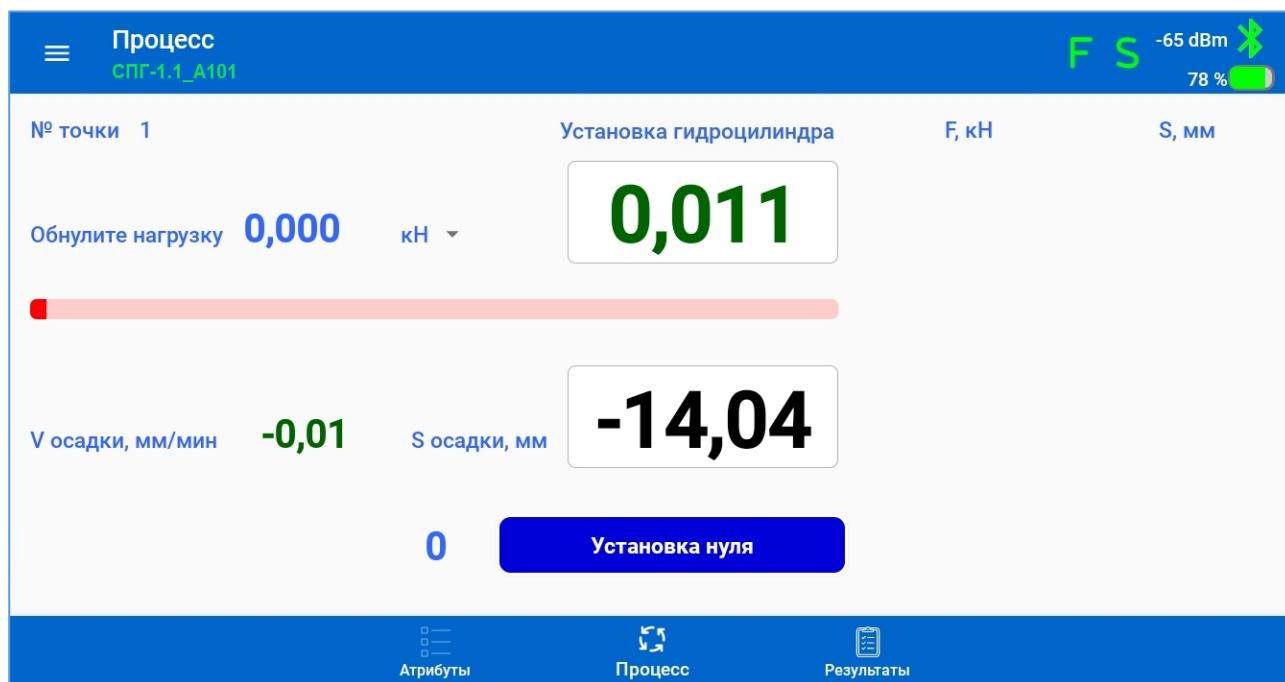
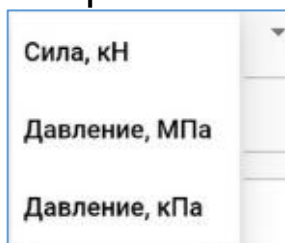


Рисунок 12 – Меню «Процесс», экран вкладки «Процесс», шаг «Установка гидроцилиндра»

На экране отображаются текущий номер точки измерения и описание стадии испытаний.

Справа от строки вывода подсказки оператору синим шрифтом выводится заданное значение параметра на текущем шаге, а в правом окне текущее измеренное значение.



По выбору оператора в эти окна могут выводиться значения силы (кН) или давления нагрузки (кПа или МПа).

Процесс измерений начинается с нулевого шага, при котором на экран выведены показания датчиков в реальном времени. Показания датчика силы должны иметь значения близкие к нулю, т.к. домкрат не нагружен, а показания датчика перемещения – отрицательные значения в диапазоне от -10 до -25 мм (в зависимости от используемого датчика в составе измерителя ИСП-1), что указывает на готовность датчиков к работе.

Для начала необходимо создать нагрузку с помощью насоса, достаточную для упора шарнира стойки механизма нагружения в противовес.

Далее, нажать клавишу «Установка нуля» (рис. 12). При этом значения параметров на экране обнуляются и приложение

на ПЛК переходит на следующий шаг №1 – создания предварительной нагрузки (рис. 13).

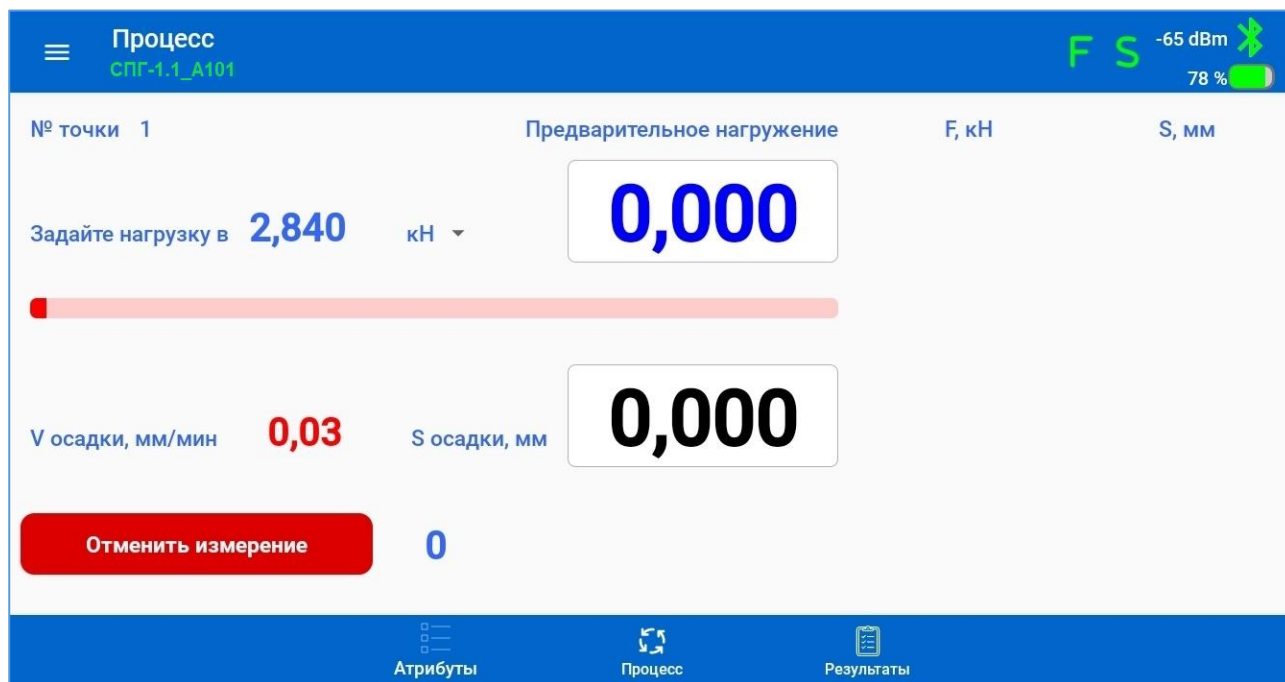


Рисунок 13 – Меню «Процесс», экран вкладки «Процесс», шаг «Предварительное нагружение», после установки нуля

После этого следует выставить требуемую нагрузку на текущем шаге (а затем и на последующих шагах), согласно подсказке на экране ПЛК. В то же время, на экране отображается действительная величина осадки грунта, измеренная с помощью датчика перемещения (рис. 14).

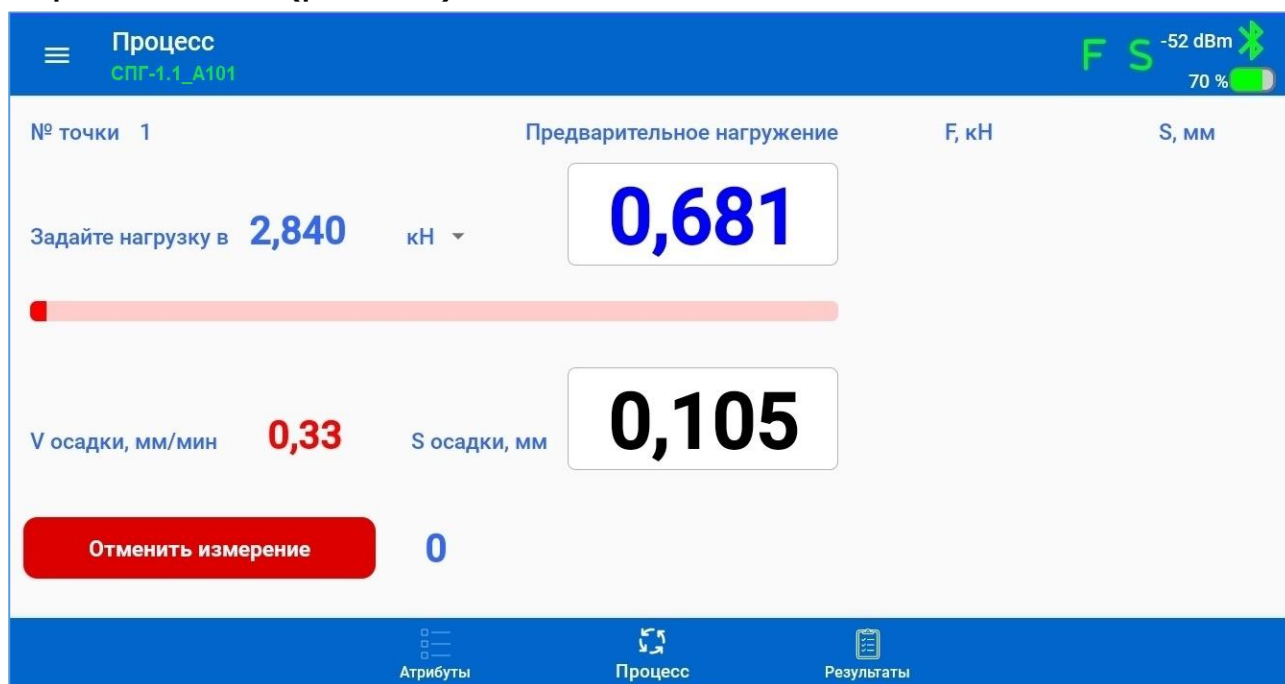


Рисунок 14 – Меню «Процесс», экран вкладки «Процесс», шаг «Предварительное нагружение», процесс нагружения



В случае необходимости, при неудачных результатах измерений, процесс измерений в точке может быть завершён принудительно нажатием на клавишу «Отменить измерение». В этом случае результаты для текущей точки испытаний не сохраняются.



**Внимание!** В случае отсутствия изменений показаний осадки, визуально убедиться, что подвижный шток датчика перемещения вдвинут в корпус на всю его длину.

Для удобства работы оператора и оперативного контроля создаваемого давления, в центр экрана (рис. 15) выведен линейный индикатор (прогресс-бар) давления, крайние границы которого соответствуют допустимому диапазону ошибки установки заданного давления ( $\pm 1\%$  от максимального давления).

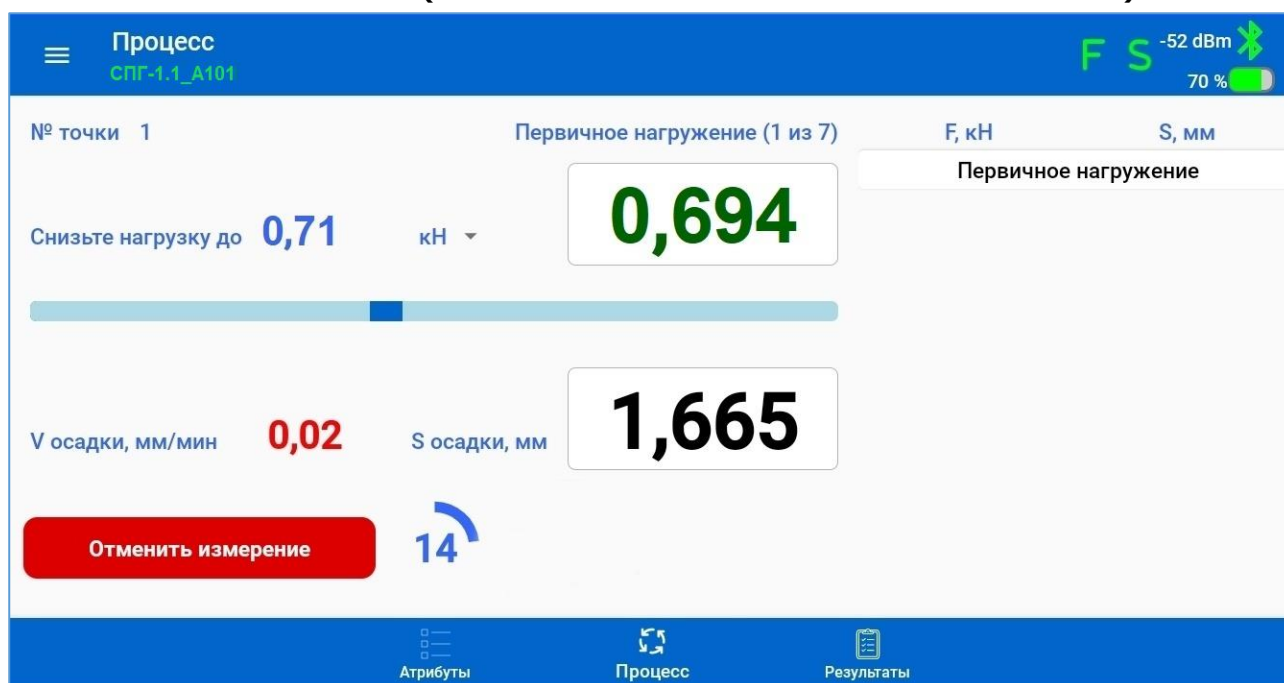



Рисунок 15 – Меню «Процесс», экран вкладки «Процесс», «Первичное нагружение», шаг 1

При превышении границ (менее 15 % или более 85 % допустимого диапазона ошибки) индикатор подсвечивается красным цветом, при нахождении давления внутри диапазона (15-85) % – голубым цветом.

Если насосом создано давление, значение которого незначительно превышает верхнее значение допуска для заданного значения (целевое значение + 1 % от максимального значения



нагружения), приложение автоматически скорректирует значение заданной силы (давления) нагружения. При этом на экран будет выведено соответствующее уведомление оператору.



× Превышен максимум - задание скорректировано

Центральное положение «бегунка» на индикаторе сине-голубого цвета соответствует нулевому расхождению заданного и фактического значений давления.

При достижении текущего значения нагрузки с допуском  $\pm 1\%$  от максимального значения нагружения на любом шаге (кроме первого и последнего) и стабилизации измеряемой нагрузки в течении 5 с (величина нагрузки в течении этого времени изменится не более 0,5 % от текущего значения), запускается таймер времени выдержки расчетного давления на текущей ступени нагружения и начинается процесс измерения нагрузки на грунт и осадки грунта. Дополнительным признаком, что установленное значение нагрузки находится в допустимом интервале значений, является изменение цвета цифр измеренного значения с красного (при значении более заданного) или синего (при значении менее заданного) на темно-зеленый.

Таймер начинает отсчет от 0 до 60 с (до 120 с на грунтах с включением песка на 1 шаге первичного нагружения), после чего процесс измерений останавливается с подачей ПЛК звукового сигнала, результат измерения на текущем шаге сохраняется в памяти приложения и измерительный процесс переходит на следующий шаг.

Если после запуска таймера в течении времени выдержки на данном шаге текущее значение нагрузки начинает интенсивно уменьшаться, необходимо начать повышать давление в гидроцилиндре, подкачивая рычаг насоса для того, чтобы повысить давление до требуемого значения.

Если по окончании счета таймера скорость изменения осадки грунта при выдержке давления на текущей ступени нагружения превышает 0,02 мм/мин, переход к следующему шагу измерения запрещен, пока скорость изменения деформации грунта не снизится до 0,02 мм/мин.

После автоматического перехода на следующий шаг приложение выведет подсказку о необходимости установки соответствующего значения нагрузки.

В правую треть окна экрана (для вертикального положения экрана - в нижнюю треть) выводится таблица с текущими результатами, в которую на каждом шаге испытаний добавляются результаты, полученные на текущем шаге (рис. 16).

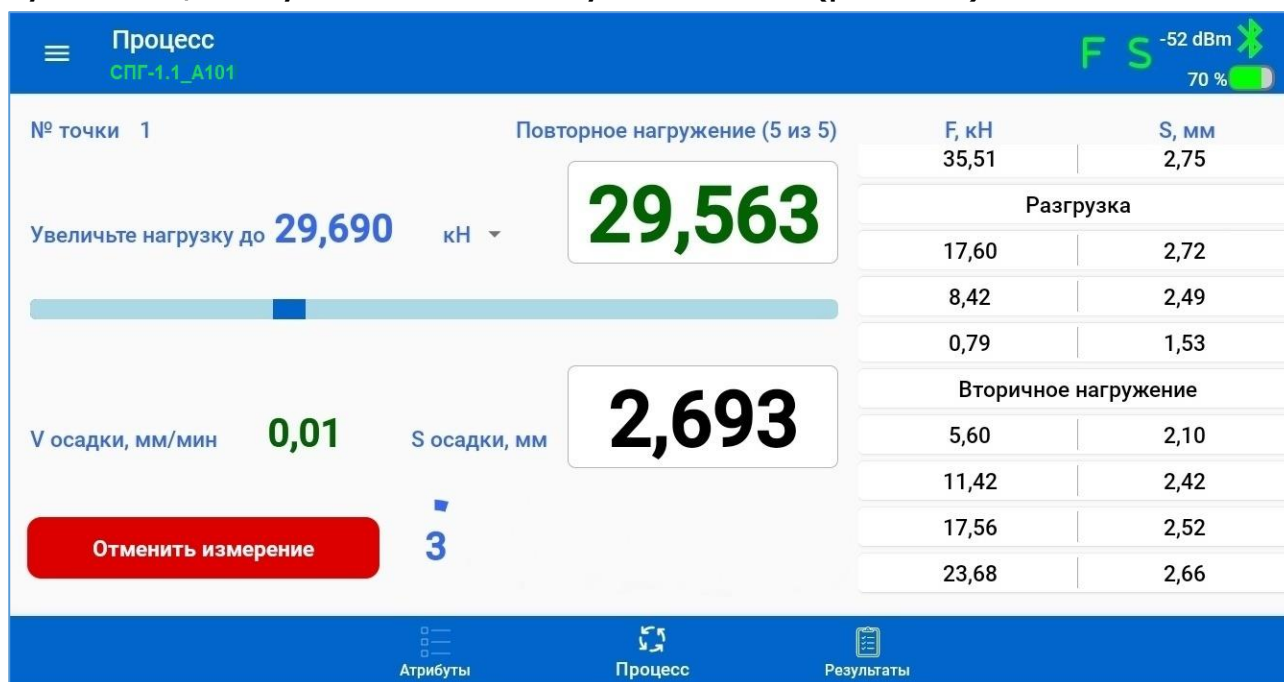



Рисунок 16 – Меню «Процесс», экран вкладки «Процесс», «Повторное нагружение», шаг 5

После завершения последнего шага испытаний, ПС ИСП-1 автоматически отключает питание измерительных датчиков и производится переход на экран просмотра заголовков результатов испытаний в точках (рис. 17).

Каждый заголовок представляет собой группу из четырех вычисленных значений показателей деформативности грунта в конкретной точке земляного полотна.

Любой из результатов измерительного процесса при необходимости можно удалить с помощью соответствующей команды вложенного меню, вызываемого по нажатию клавиши .

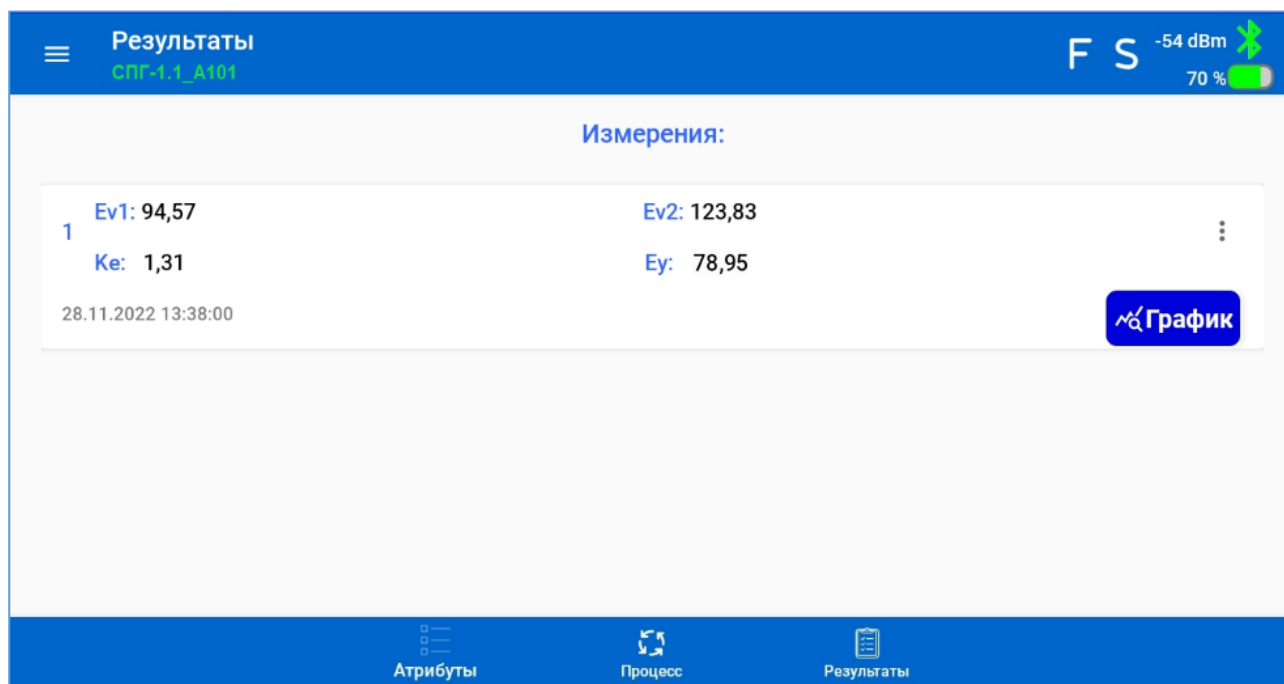


Рисунок 17 – Меню «Процесс», экран вкладки «Результаты»

Результаты измерений и вычислений в табличном представлении выводятся на экран «Информация об измерении» (рис. 18А), кликом по полю результатов измерений.

В общую таблицу результатов выводятся все измеренные и вычисленные параметры измерений в контрольной точке, включая:

- итоговые значения показателей деформативности грунта;
- значения коэффициентов линейных уравнений, вычисленных по значениям деформации грунта и давлений на ступенях первичного и повторного нагружений;
- результаты измерений приложенной нагрузки (F), деформации грунта (S) и вычисленных значений давления на грунт (P), сохраненные на каждом шаге испытаний.

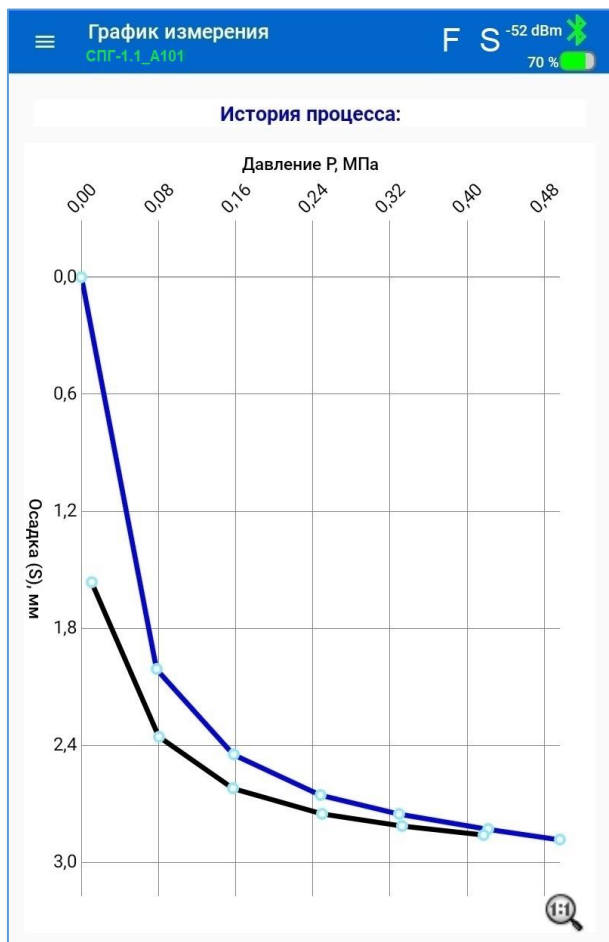
Навигация по таблицам результатов производится стандартным способом, прокруткой экрана по вертикали.

Возврат на предыдущий экран производится нажатием на системную клавишу ◀ (<).

Клавиша **График** позволяет перейти на экран «История процесса», на который выводятся графики зависимости деформации грунта от давления при первичном и повторном нагружениях (рис. 18Б).

Информация об измерении СПГ-1.1_A101			
Показатели деформативности			
Ev1, МПа	Ev2, МПа	Ke	Ey, МПа
94,57	123,83	1,31	78,95
Коэффициенты a0, a1, a2 при первичном нагружении			
σ, МПа	a0, мм	a1, мм	a2, мм
0,50	1,67	5,45	-6,18
Коэффициенты a0, a1, a2 при повторном нагружении			
σ, МПа	a0, мм	a1, мм	a2, мм
0,42	2,09	3,98	-5,18
F, P, S при первичном нагружении			
Nº	F, kH	P, МПа	S, мм
1	0,71	0,010	0,00
2	5,50	0,078	2,01
3	11,14	0,158	2,45
4	17,52	0,248	2,65
5	23,28	0,329	2,75
6	29,81	0,422	2,83
7	35,08	0,496	2,88
F, P, S при разгрузке			
Nº	F, kH	P, МПа	S, мм
1	16,41	0,232	2,78
2	8,43	0,119	2,60
3	0,74	0,011	1,56
F, P, S при вторичном нагружении			
Nº	F, kH	P, МПа	S, мм

А



Б

Рисунок 18 – Экраны текущих результатов измерений в табличном и графическом видах

Для начала следующего цикла измерений необходимо переместить установку на новую подготовленную площадку.

Запуск измерений в следующей точке производится нажатием на пиктограмму «Процесс» и клавишу «Начать новое измерение» на экране «Процесс». (рис. 19).

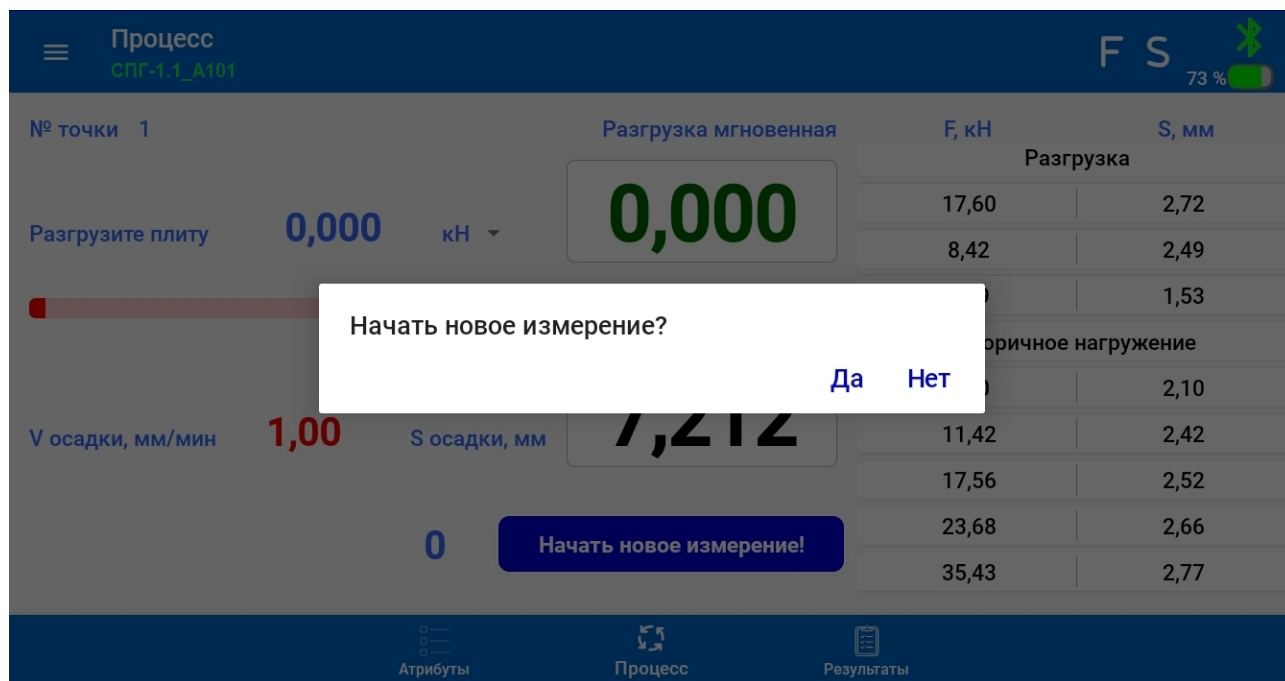


Рисунок 19 – Меню «Процесс», экран вкладки «Процесс», «Новое измерение»

Измерения в новой точке также можно запустить для любого существующего процесса. С этой целью в меню «Процесс» на экране «Атрибуты» необходимо нажать на клавишу «Выбрать существующий процесс», перейти к процессу, в котором необходимо запустить измерения в дополнительной точке и перейти к измерениям, нажатием на пиктограмму «Процесс».



**Внимание!** При создании требуемого значения нагружения необходимо очень плавно поднимать давление в гидроцилиндре насосом, стараясь не превышать значение задания, т.к. при значительном превышении этого значения (более чем на  $\sim 3$  кН) процесс измерений будет полностью остановлен и выдано сообщение оператору о необходимости перемещения установки на новую площадку.



На стадиях плавной или полной разгрузки сброс давления в гидроцилиндре производится частичным или полным открытием

дрессельного крана сброса давления, расположенным на правой боковой части насоса.

При открытии крана шток гидроцилиндра, оснащенный пружинным возвратом, плавно возвращается в исходное состояние.

Во избежание пропуска заданной величины нагружения необходимо слегка приоткрыть кран сброса давления, дождаться снижения давления до заданной величины и закрыть кран.

#### 6.4.5 Меню «Архив»

После нажатия на строку «Архив» на экране главного меню, происходит переход на соответствующий экран (рис. 20), на котором размещен список заголовков завершенных процессов.

Заголовок каждого процесса в списке содержит название процесса и описание объекта, записанные оператором при вводе атрибутов процесса, а также дату/время создания процесса измерений и число измерений в контрольных точках земляного полотна.

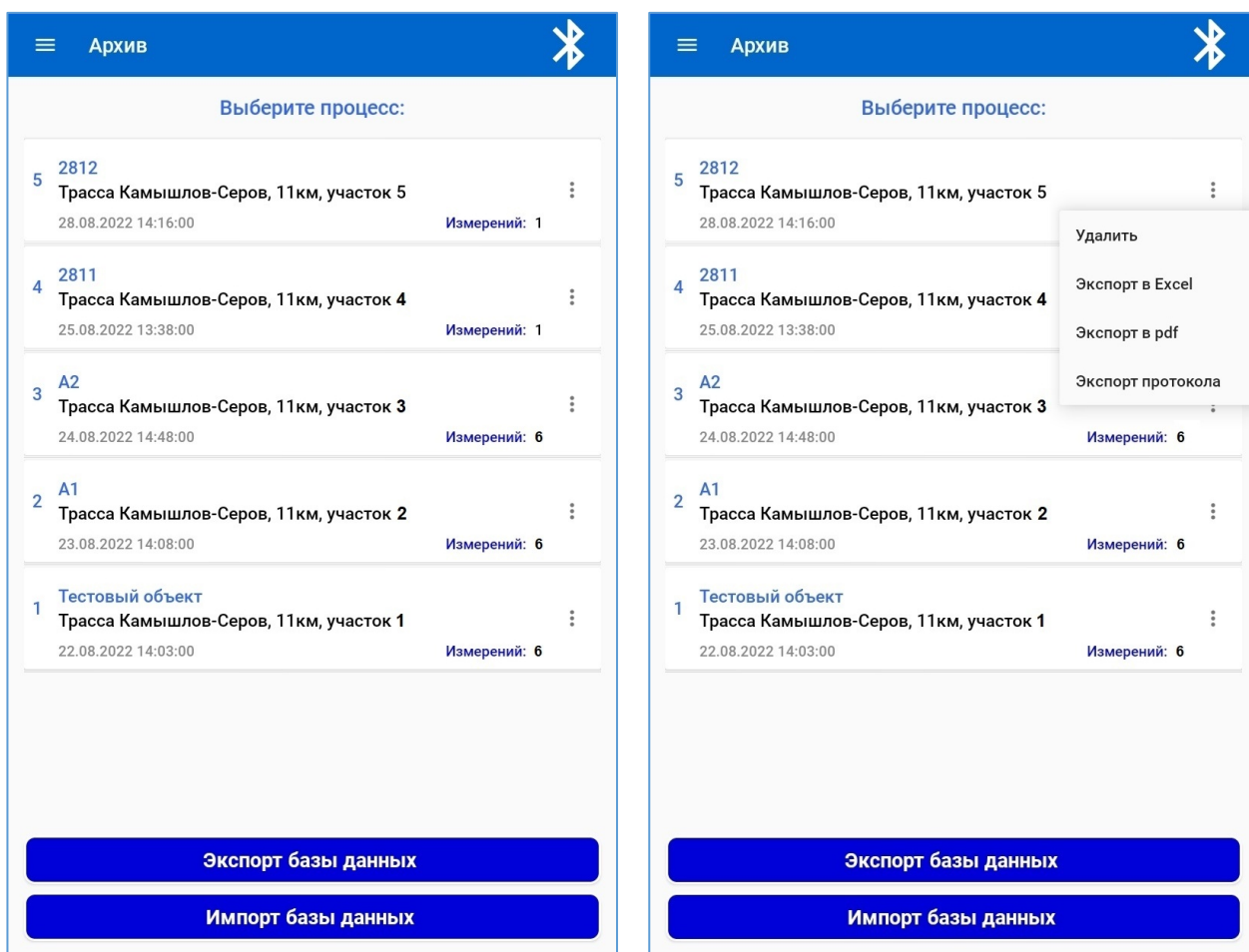



Рисунок 20 – Меню «Архив»

Сортировка процессов в списке производится по дате/времени запуска процессов. Первым в списке выводится самый последний процесс.

При необходимости, любой из процессов может быть удален из памяти приложения командой «Удалить» из вложенного меню, вызвать которое можно нажатием кнопки .

Команда «Экспорт в Excel» во вложенном меню позволяет сохранить файл результатов измерительного процесса в виде журнала измерений в папку SPG/Archive/ExcelReports в формате "xlsx" для возможности анализа собранных данных на компьютере. Название файла содержит название процесса, дату и время начала испытаний, в следующем варианте представления:

[Название процесса]\_ДД\_ММ\_ГГГГ ЧЧ\_ММ\_СС.xlsx.

Команда «Экспорт в pdf» во вложенном меню позволяет сохранить файл журнала измерений в формате "pdf" в папку SPG/Archive/PdfReports.

Название файла содержит название процесса, дату и время начала испытаний, в следующем варианте представления:

Журнал-[Название процесса]\_ДД\_ММ\_ГГГГ ЧЧ\_ММ\_СС.pdf.

Наполнение файлов журналов измерений соответствует рекомендациям, приведенных в таблице приложения Е ГОСТ Р 59866.

Команда «Экспорт протокола» во вложенном меню позволяет сохранить файл протокола испытаний в формате "pdf". Все файлы протоколов сохраняются в папке SPG/Archive/Protocols.

Файл протокола испытаний приложение формирует с учетом рекомендаций ГОСТ Р 59866. Форма протокола испытаний приведена в приложении А к настоящему РЭ.

Название файла содержит название процесса, дату и время начала испытаний, в следующем варианте представления:

[Протокол-Название процесса]\_ДД\_ММ\_ГГГГ ЧЧ\_ММ\_СС.pdf.

Клавиша «Экспорт базы данных» позволяет сохранить результаты всех измерительных процессов, сохраненных приложением в памяти ПЛК, в файл внутренней SQL-базы данных приложения, с именем: SPG-DB.db. Этот файл в дальнейшем может быть перенесен в аналогичное приложение на другом ПЛК.



Для этого необходимо скопировать файл базы данных из корневой папки приложения на исходном ПЛК и перенести его в произвольную папку на рабочем ПЛК (например, в /Documents).

Клавиша «Импорт базы данных» на экране «Архив» позволяет загрузить в приложение скопированную базу результатов завершенных проектов в рабочий ПЛК. При нажатии на данную клавишу необходимо указать путь к перенесенному файлу базы данных приложения.

Кликом по полю выбранного процесса производится переход на экран результатов единичных измерений, осуществленных в ходе текущего процесса (рис. 21).

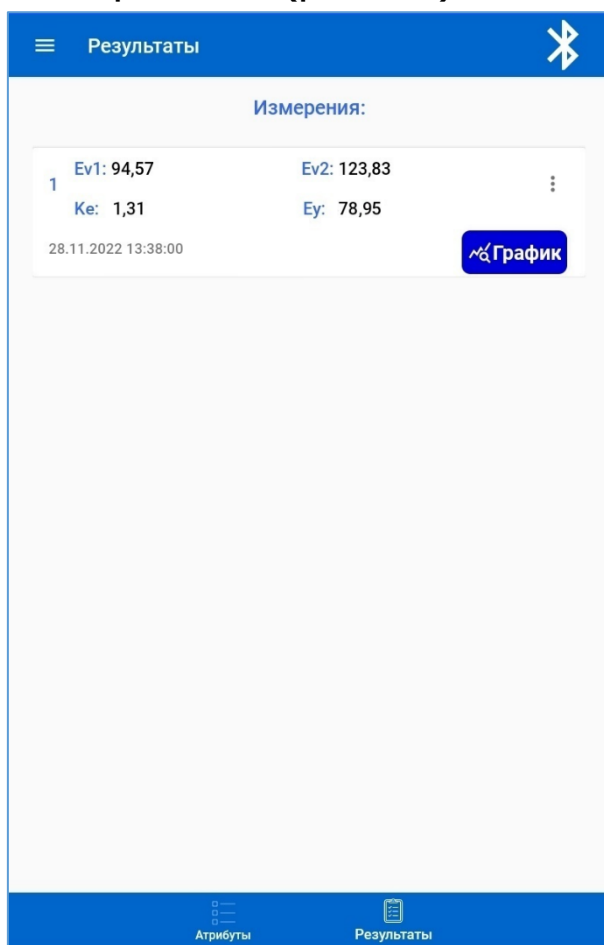


Рисунок 21 – Меню «Архив», вкладка «Результаты»

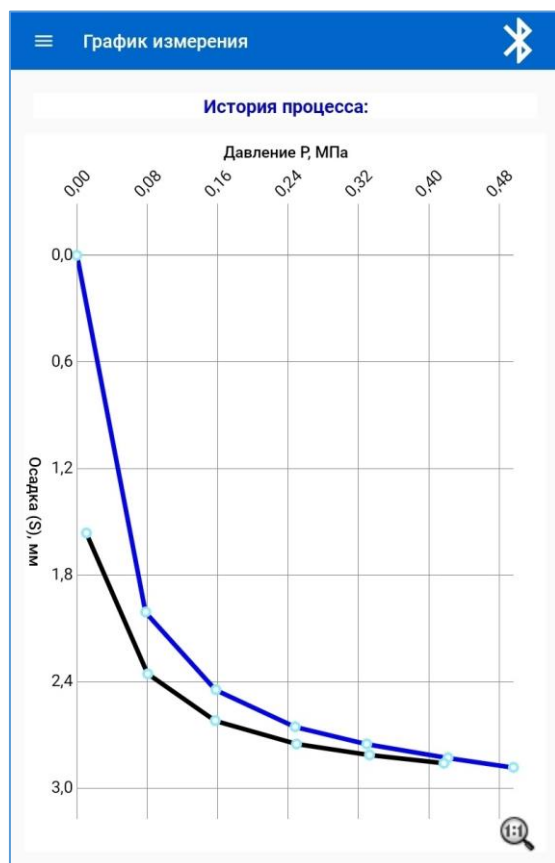
Кликом по полю результата измерения производится переход на экран вывода табличных значений результатов измерений (рис. 22А). Нажатием на клавишу «График» осуществляется переход на экран графической истории процесса измерений в точке (рис. 22Б).

Возврат на предыдущий экран производится нажатием на системную клавишу ◀ (<).



Показатели деформативности			
Ev1, МПа	Ev2, МПа	Ke	Ey, МПа
94,57	123,83	1,31	78,95
Коэффициенты a0, a1, a2 при первичном нагружении			
σ, МПа	a0, мм	a1, мм	a2, мм
0,50	1,67	5,45	-6,18
Коэффициенты a0, a1, a2 при повторном нагружении			
σ, МПа	a0, мм	a1, мм	a2, мм
0,42	2,09	3,98	-5,18
F, P, S при первичном нагружении			
№	F, кН	P, МПа	S, мм
1	0,71	0,010	0,00
2	5,50	0,078	2,01
3	11,14	0,158	2,45
4	17,52	0,248	2,65
5	23,28	0,329	2,75
6	29,81	0,422	2,83
7	35,08	0,496	2,88
F, P, S при разгрузке			
№	F, кН	P, МПа	S, мм
1	16,41	0,232	2,78
2	8,43	0,119	2,60
3	0,74	0,011	1,56
F, P, S при вторичном нагружении			
№	F, кН	P, МПа	S, мм

А



Б

Рисунок 22 – Экраны архивных результатов измерений в табличном и графическом видах

Атрибуты	
Имя процесса/объекта:	
Трасса11	
Описание объекта строительства	
Трасса Камышлов-Серов, 11км, участок 5	
Организация, проводящая испытания:	
Строительная лаборатория "СтройЛабЦентр", г.Екатеринбург	
Местоположение и длина участка	
---	
Конструктивный слой	
Суглинок, 120мм	
Выбор нагрузочной плиты:	
300	
Влажность грунта, %	
35	
Сохранить изменения	
Создать новый процесс	
Выбрать существующий процесс	

Рисунок 23 – Меню «Архив», вкладка «Атрибуты»

При нажатии на пиктограмму «Атрибуты» в меню управления внизу экрана «Результаты» производится переход на экран атрибутов заверщенного процесса (рис. 23).

На экранах страниц архива отсутствует элемент перехода на экран запуска процесса измерений (пиктограмма «Процесс»).

### 6.4.6 Меню «Проверка»

Меню «Проверка» предназначено для проведения измерений в процессе проведения поверки или калибровки измерителя ИСП-1, используемого в составе установки СПГ-1, а также при проведении аттестации установки. При выборе этого меню на экране главного меню, происходит переход на соответствующий экран (рис. 24).

The screenshot shows the 'Проверка' (Check) menu. At the top, there is a status bar with a hamburger menu icon, the title 'Проверка' and 'СПГ-1.1\_A101', signal strength 'F S -52 dBm', and battery level '70 %'. The main content area has two sections:

- Датчик силы F** (Force sensor F):
  - Текущее значение, кН: 1,156
  - Сохраненные значения, кН: (empty box)
  - Среднее значение, кН: 0,000
  - Buttons: 'Установить F=0' and 'Запомнить'
- Датчик перемещения S** (Displacement sensor S):
  - Текущее значение, мм: 0,498
  - Сохраненные значения, мм: 0,499, 0,498, 0,499, 0,498, 0,498
  - Среднее значение, мм: 0,498
  - Buttons: 'Установить S=0' and 'Запомнить'

Рисунок 24 – Меню «Проверка»

При выборе меню проверки приложение формирует команду ИСП-1 на включение технологического режима, в котором проводятся непрерывные измерения датчиками и передача измеренных значений в ПЛК.

Клавиша «Запомнить» используется для запоминания приложением значений одиночных измерений нагрузки и деформации, результаты которых выводятся в левые окна на экране меню. В правых окнах на экране выводятся средние значения параметров, вычисленные по результатам серии одиночных измерений.

Перед началом проведения измерений в меню «Проверка» преобразователь сигналов с подключенными датчиками должен быть выдержан во включенном состоянии в течении не менее 5 минут для установления рабочего режима работы.

#### 6.4.7 Меню «Непрерывное нагружение»

Меню «Непрерывное нагружение» служит для измерения величины нагрузки (давления) и осадки (деформации) нагрузочной плиты при определении модуля деформации без привязки ко времени выдержки нагрузочной плиты на ступенях испытаний.

При выборе меню на экране списочного меню (рис. 85) приложение переходит в соответствующий режим (рис. 25).

Данный режим может быть использован только для предварительной оценки расчетного значения модуля деформации грунта.

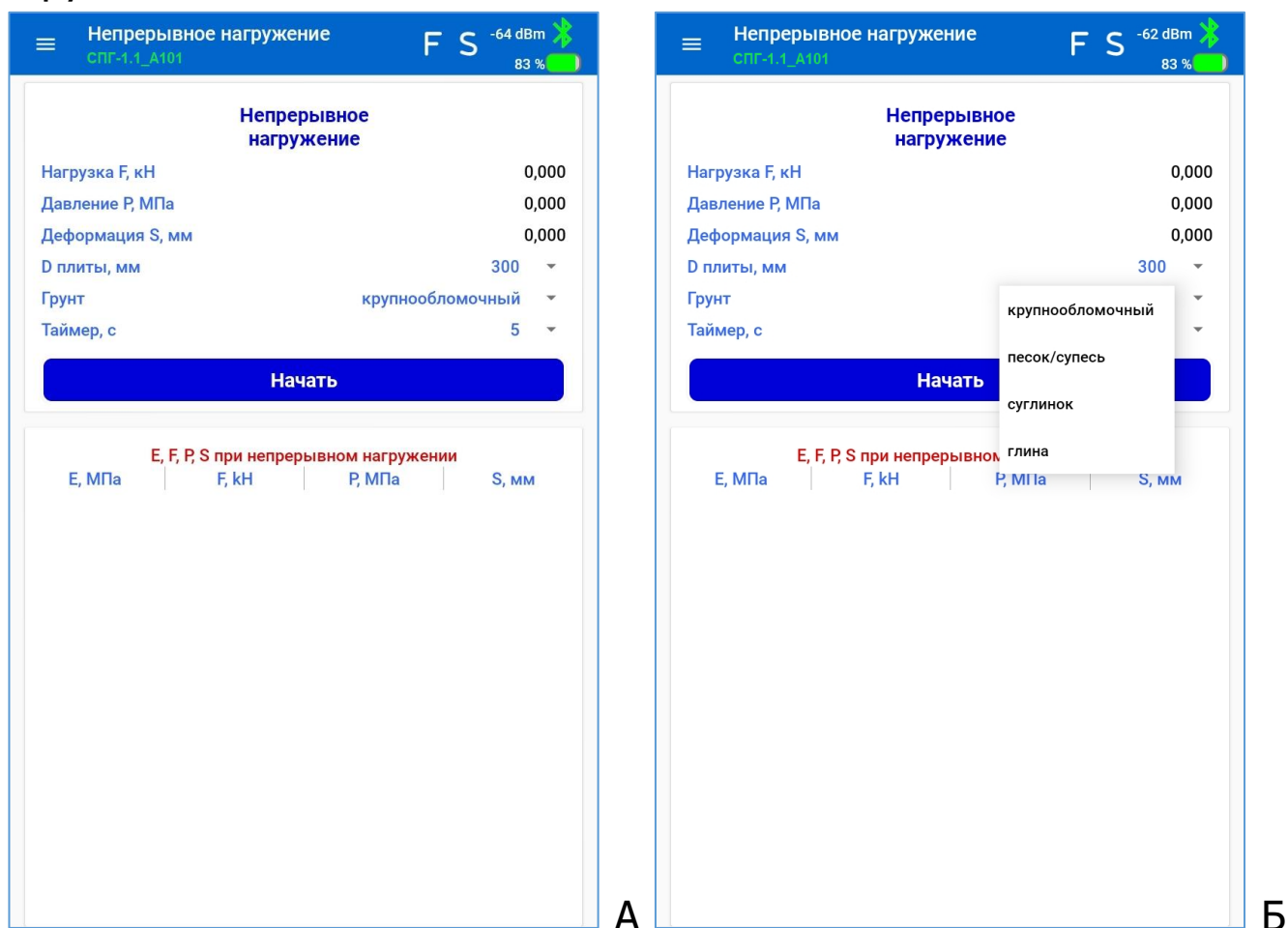


Рисунок 25 – Меню «Непрерывное нагружение»

До начала испытаний в данном режиме необходимо выбрать параметры испытаний – диаметр нагрузочной плиты (штампа),

тип грунта и период отсчетов автоматического обновления результатов измерения на экране.

Выбираемые рабочие диаметры нагрузочной плиты: 300, 600 и 762 мм.

Выбираемые типы грунтов: крупнообломочный, песок/супесь, суглинок, глина.

Период отсчетов между измерениями может быть выбран из ряда: 5, 10, 15, 30, 60 с.

Модуль деформации грунта  $E_V$ , МПа, в приложении вычисляется по формуле:

$$E_V = (1 - \nu^2) \cdot K_1 \cdot D \cdot \frac{\Delta p}{\Delta S} \quad (6)$$

где  $\nu$  – коэффициент поперечного расширения (Пуассона), принимаемый равным 0,27 для крупнообломочных грунтов; 0,30 – для песков и супесей; 0,35 – для суглинков; 0,42 – для глин;

$K_1$  – коэффициент, принимаемый для жесткого круглого штампа равным 0,79;

$D$  – диаметр штампа, см;

$\Delta p$  – приращение давления на штамп, МПа, равное  $(P_n - P_0)$ ;

$\Delta S$  – приращение осадки штампа, соответствующее  $\Delta p$ , см.

После выбора параметров испытаний и проведения всех необходимых предварительных работ по подготовке грунта, необходимо подготовить оборудование согласно п.6.5.3, 6.5.4.

Запустить испытания нажатием на клавишу «Начать» (рис. 25). Надпись на управляющей клавише изменит свое название на «Установить ноль» (рис. 26А).

Создать давление в гидроцилиндре с помощью насоса, достаточное для упора шарнира стойки в противовес, до момента начала увеличения показаний нагрузки и нажать на клавишу для установки нулей датчиков (рис. 26Б). Надпись на управляющей клавише изменит свое название на «Стоп».

Также нажатием на эту клавишу можно полностью остановить процесс испытаний в любой момент времени, с сохранением файла измеренных данных в виде протокола испытаний в формате таблицы Excel.

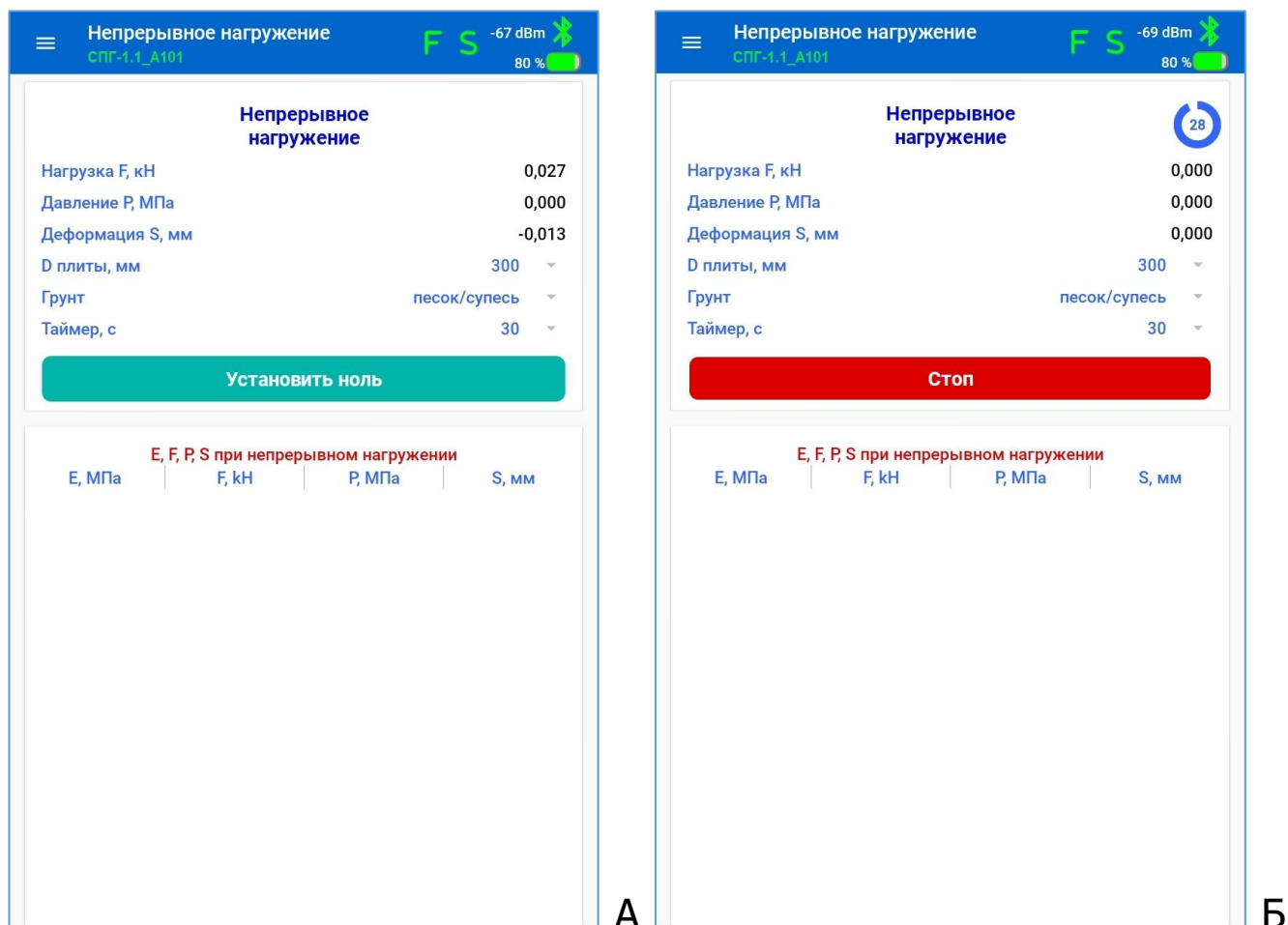
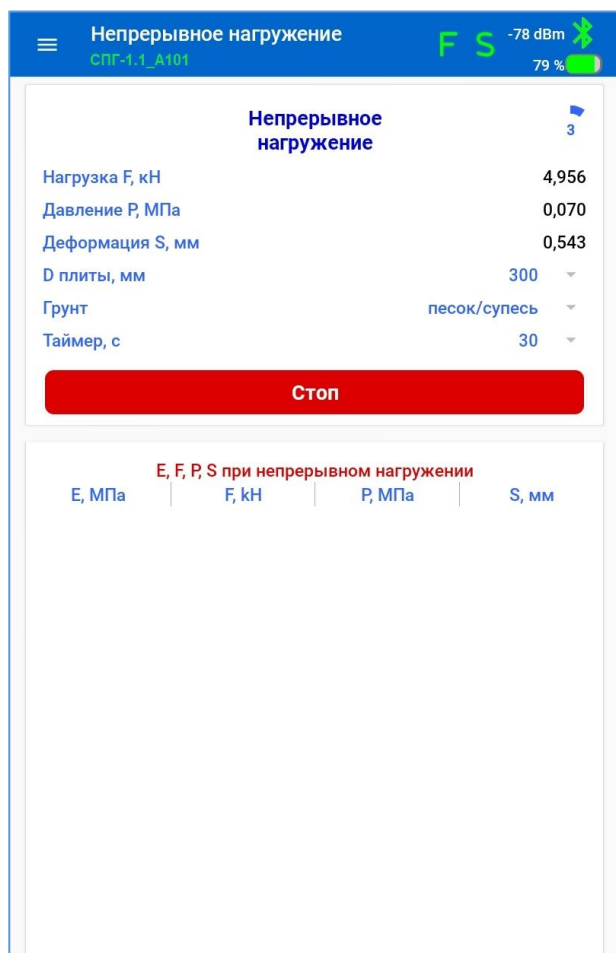


Рисунок 26 – Меню «Непрерывное нагружение»,  
запуск испытаний

Далее выставить требуемую нагрузку на текущей ступени (рис. 27А), согласно предварительно сформированной программе испытаний (число ступеней нагрузки, шаг нагрузки и пр.).

Провести испытания, задавая необходимые нагрузки с помощью насоса. Время выдержки нагрузочной плиты на каждой ступени испытаний может быть произвольно изменено по усмотрению пользователя.

При обнаружении ошибки в измерениях приложение подсвечивает поле значения осадки грунта красным фоном (рис. 27Б). Ошибкой считается обнаружение результата, при котором в случае возрастающей или стабильной нагрузки приращение осадки грунта на двух последовательных измерительных отсчетах становится отрицательным:  $3,16 - 3,68 = - 0,52$  мм (рис. 27Б).



А



Б

Рисунок 27 – Меню «Непрерывное нагружение», первая и последняя ступень испытаний

Нажатие на клавишу «Стоп» приводит к завершению процесса испытаний и автоматическому сохранению результатов испытаний в файл протокола испытаний.

Соответствующее уведомление оператору выводится на экран ПлК (рис. 28А, рис. 28Б).

Файлы протоколов испытаний сохраняются на ПлК в папке SPG/Archive с именем следующего вида:

“Протокол непрерывного нагружения ДАТА-ВРЕМЯ.xls”.

Непрерывное нагружение

СПГ-1.1\_A101

FS

-79 dBm

82 %

Непрерывное нагружение

Нагрузка F, кН

0,000

Давление P, МПа

0,000

Деформация S, мм

15,765

D плиты, мм

300

Грунт

песок/супесь

Таймер, с

30

Начать

E, F, P, S при непрерывном нагружении

E, МПа	F, кН	P, МПа	S, мм
27,227	4,845	0,069	0,54
22,292	7,452	0,105	1,02
23,005	11,581	0,164	1,54
25,873	16,417	0,232	1,94
22,874	18,097	0,256	2,41
22,610	22,268	0,315	3,01
22,408	27,049	0,383	3,68
25,673	26,632	0,377	3,16

Экспорт в формате xls...

Непрерывное нагружение

СПГ-1.1\_A101

F S

-79 dBm

82 %

Непрерывное нагружение

Нагрузка F, кН

Давление P, МПа

Деформация S, мм

D плиты, мм

Грунт

Таймер, с

0,000

0,000

15,765

300

песок/супесь

30

Начать

E, F, S при непрерывном нагружении

E, МПа	F, кН	P, МПа	S, мм
27,227	4,845	0,069	0,54
22,292	7,452	0,105	1,02
23,005	11,581	0,164	1,54
25,873	16,417	0,232	1,94
22,874	18,097	0,256	2,41
22,610	22,268	0,315	3,01
22,408	27,049	0,383	3,68
25,673	26,632	0,377	3,16

Сохранен

SPG/Archive/Протокол непрерывного нагружения от 27.11.2...

Рисунок 28 – Меню «Непрерывное нагружение»,  
завершение испытаний



### 6.4.8 Меню «О программе»

Вызов экрана «О программе» производится из главного меню.

На экран «О программе» (рис. 29А) выводятся:

- информация о производителе устройства, поддержка которых обеспечена с помощью данного приложения;
- адрес компании;
- контакты компании;
- номер текущей версии приложения в формате v.X.X.X.

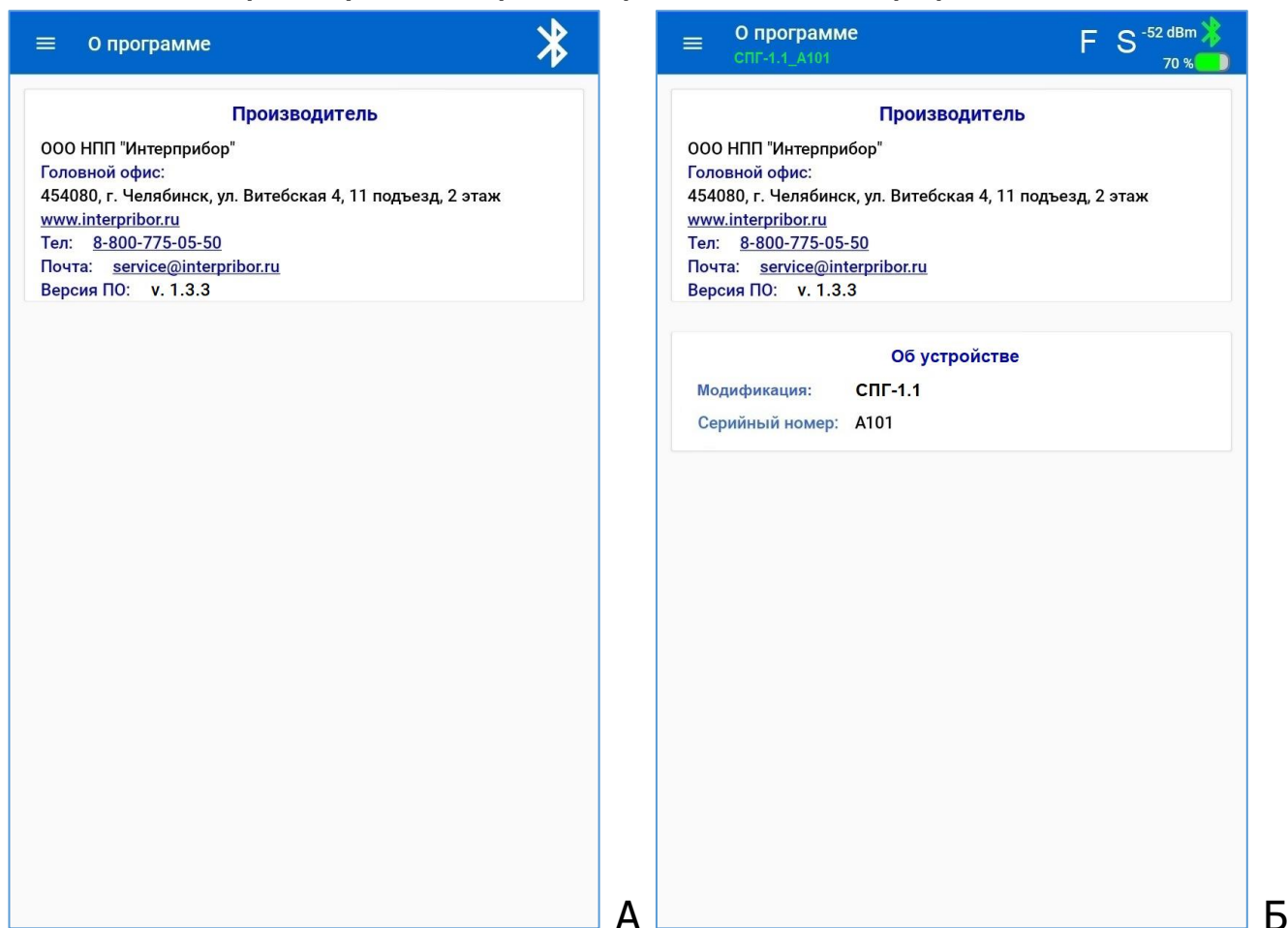


Рисунок 29 – Меню «О программе»

В случае соединения ПЛК с ПС ИСП-1 на этот экран дополнительно выводится краткая информация об установке (рис. 29Б).



### 6.4.9 Меню «Выход»

Выход из приложения может быть осуществлен из любого экрана приложения, вызовом меню «Выход» главного меню и активацией соответствующей команды, или стандартным способом – сворачиванием приложения и смахиванием его с рабочего стола.




### Внимание!

При запущенном режиме испытаний, закрытие приложения приведет к потере результатов измерений.

### 6.4.10 Рекомендации при работе с планшетным компьютером

При работе с приложением может быть использована любая ориентация дисплея ПлК. Но при проведении измерений более удобно использовать горизонтальную ориентацию. Для удобства работы, зафиксируйте ориентацию дисплея и отключите автоповорот изображения ПлК.

Если дисплей ПлК отключился в процессе работы, включите его кратковременным нажатием кнопки включения  после чего разблокируйте экран.



**Внимание!** Для установки беспроводной связи с ПС ИСП-1 убедитесь, что в ПлК активирован встроенный Bluetooth-модуль.

## **6.5 Порядок проведения испытаний с использованием установки по методу ГОСТ Р 59866**

### **6.5.1 Общие условия испытаний**

Испытание грунта нагрузочной плитой может проводиться на крупнозернистых и сложных грунтах, а также на жестких и твердых мелкозернистых грунтах. Необходимо следить за тем, чтобы нагрузочная плита не располагалась на частицах размером более примерно одной четверти ее диаметра.

В случае быстросохнущего, равнозернистого песка или почвы, которая образовала поверхностную корку, и была размягчена или иным образом нарушена в своей верхней зоне, испытание нагружением плитой должно проводиться с удалением загрязненного грунта. Плотность испытываемого грунта должна быть, насколько это возможно, равномерной по всей поверхности.

Для мелкозернистого грунта (например, ила и глины) испытание нагружением плитой может быть проведено и удовлетворительно оценено только в том случае, если грунт имеет жесткую или твердую консистенцию. В случае сомнений, консистенция испытываемого грунта определяется на различных глубинах, вплоть до глубины, равной диаметру нагрузочной пластины  $d$ , ниже уровня земли.

Испытания с использованием установки и управлением от ПК должны проводиться при температуре окружающего воздуха выше 5 °C.

Материалы слоев дорожной одежды и грунты рабочего слоя земляного полотна не должны находиться в замерзшем состоянии.

На участке автомобильной дороги протяженностью менее 500 м, количество измерений методом статического нагружения должно быть не менее шести.

Точки для проведения измерений должны выбираться в произвольном порядке по всей протяженности участка или на основании георадарных обследований. Первая и последняя точки измерений должны находиться в пределах от 1 % до 10 % длины участка от начала и конца участка соответственно. Минимальное расстояние между точками проведения измерений методом статического нагружения составляет 10 м.

В случае установления в результате визуального осмотра участка одинакового уплотнения материала по всей протяженности участка, измерения методом статического нагружения проводят через приблизительно равное расстояние по длине контролируемого участка.

При необходимости допускается проведение большего количества измерений. Рекомендуется назначать дополнительные точки в местах, где по результатам визуального осмотра или по результатам георадарного обследования выявлено недоуплотнение слоя.

На участке автомобильной дороги протяженностью свыше 500 м измерения методом статического нагружения проводят не менее одного раза на каждые 100 пог.м в соответствии со схемой рис. 3.

При необходимости проведения большего количества измерений допускается иное расположение дополнительных точек относительно указанных на рис. 30.

При выполнении измерений на участках автомобильных дорог шириной более 25 м их необходимо делить на отдельные участки таким образом, чтобы на 12500 м<sup>2</sup> приходилось не менее шести измерений статическим штампом.

При наличии разделительной полосы измерения проводят по каждому направлению движения отдельно.

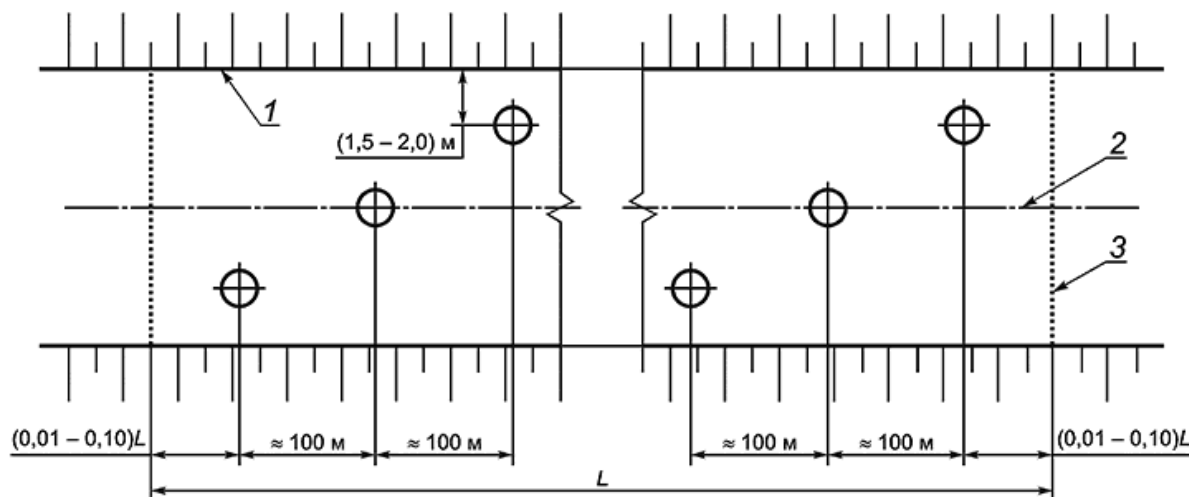


Рисунок 30 – Рекомендуемая схема расположения точек измерения методом статического нагружения

Обозначения на рисунке:

1 - бровка; 2 - ось; 3 - граница участка; О - точки проведения измерений; L - протяженность участка

### **6.5.2 Подготовка испытательной площадки**

Перед установкой нагрузочной плиты необходимо подготовить поверхность слоя грунта для проведения измерений. Поверхность грунта в месте установки нагрузочной плиты необходимо выровнять соответствующими вспомогательными средствами (лопата, шпатель и т.п.), без нарушения сложившейся структуры материала.

Поверхность нагрузочной плиты должна максимально плотно прилегать к поверхности контролируемого слоя. При необходимости, с целью заполнения пустот и неровностей на поверхности грунта, а также увеличения площади контакта с нагрузочной плитой, допускается использовать сухой песок. Для этого на поверхности испытуемого слоя создают выравнивающую площадку из сухого песка, превышающую площадь нагрузочной плиты. Песок тщательно выравнивают без нарушения сложившейся структуры материала.

Перед проведением измерений на песках во всех случаях и на грунтах, на поверхности которых образуется корка или поверхность которых замочена, а также на грунтах, имеющих неоднородную поверхность в верхней зоне, верхнюю часть слоя (от 5 до 10 см) необходимо удалить. Поверхность слоя в месте установки нагрузочной плиты необходимо выровнять соответствующими вспомогательными средствами (лопата, шпатель и т.п.).

### **6.5.3 Установка и настройка механизма нагружения**

Сборку установки необходимо начинать с установки нагрузочной плиты на испытываемую поверхность.

На верхней поверхности плиты установлен пузырьковый уровень, с помощью которого оценивается наклон испытательной площадки поверхности грунта.

При проведении измерений конструктивных слоев дорожной одежды и грунтов земляного полотна применяют нагрузочные плиты диаметром 300 мм. При проведении измерений на слабых или крупнообломочных грунтах, а также слоях из материалов с включением частиц более 90 мм применяют нагрузочные плиты диаметром 600 или 762 мм.

## Примечания.

1) Расстояние от края нагрузочной плиты до ближайшей опорной поверхности противовеса (колеса автомобиля, вальца катка и т.д.) должно быть не менее 0,5 м. Для обеспечения ее неподвижности, положения, перпендикулярного к поверхности слоя, и полного прилегания к поверхности допускается притирание или легкое постукивание по нагрузочной плите.

2) В верхней части уплотненного слоя, контактирующей с нагрузочной плитой, не должно быть зерен каменного материала размером более  $1/4$  диаметра этой плиты. Наличие зерен определяют по результатам визуальной оценки.

При установке нагрузочной плиты следует обеспечить беспрепятственное прохождение датчика измерения осадки в пространство между стойками.

На нагрузочную плиту последовательно устанавливаются: тензодатчик, подставка под гидроцилиндр и гидроцилиндр. Подставка имеет на поверхности встроенные магниты, фиксирующие гидроцилиндр на нагрузочной плите и способствующие его устойчивости.

Гидроцилиндр должен располагаться под противовесом по центру плиты и прямым углом к нагрузочной плите. Гидроцилиндр соединен с насосом с помощью рукава высокого давления.



**Внимание!** Не отсоединять гидроцилиндр от насоса во избежание протекания масла и завоздушивания гидросистемы. Перед началом выполнения работ на задней крышке насоса открутить сливную пробку насоса на 1,5 оборота и только после этого закрыть кран сброса давления и создать давление в гидроцилиндре с помощью рычага насоса.

По завершении работ сливная пробка резервуара насоса должна быть закручена для предотвращения утечек масла при транспортировке насоса.

На гидроцилиндр устанавливаются металлические насадки в различном сочетании для удлинения штока гидроцилиндра до упора в противовес.

При выборе насадок необходимо учитывать, что максимальный ход поршня гидроцилиндра составляет 150 мм.

Замыкающим элементом в сборке является магнитный шарнирный упор, обеспечивающий жесткость соединения с поверхностью противовеса.



**Внимание!** Во избежание утери, по завершении работы, убедитесь, что отсоединили шарнирный упор от металлической поверхности строительной техники или иного устройства, являющейся противовесом.

Рекомендуемый рабочий зазор между зоной контакта механизма нагружения и зоной контакта противовеса от 25 до 75 мм.

#### **6.5.4 Сборка и установка прогибомера**

При проведении измерений расстояние от центра ближайшей опоры до центра нагрузочной плиты составляет 1500 мм, согласно ГОСТ 59866.

6.5.4.1 Сборку прогибомера необходимо начинать с присоединения поперечного металлического каркаса с двумя опорами к продольной профильной трубе с опорой и рукоятью, зафиксировав соединение с помощью нижнего барашкового винта.

6.5.4.2 Вставить держатель датчика перемещения в установочное отверстие крайней трубы прогибомера. Наличие барашкового винта для зажима держателя позволяет регулировать положение датчика при его размещении в пространстве между цилиндрическими стойками опорного блока силоизмерительного датчика.

6.5.4.3 Последовательно вставить трубы меньших размеров в ранее собранную часть прогибомера и зафиксировать все узлы соединений.

6.5.4.4 В планку держателя датчика, в соответствующее отверстие устанавливается датчик перемещения. Для предотвращения поворота датчика во время измерения корпус датчика затягивается барашковым стопорным винтом.

#### **Примечание**

Изначально, высота положения датчика должна быть выбрана таким образом, чтобы выдвинутый шток датчика не задевал и не царапал нагрузочную плиту.

6.5.4.5 После сборки прогибомер протягивается в пространство между стойками таким образом, чтобы шток датчика перемещения был расположен в строго отведенном месте по центру нагрузочной плиты (рис. 31).



Рисунок 31 – Установка датчика перемещения



**Внимание!** Для переноса прогибомера на площадке необходимо поднимать устройство двумя руками за корпус в зоне между опорами для обеспечения состояния равновесия. В случае наклона прогибомера во время переноса, необходимо исключить вероятность повреждения штока датчика при его ударе о поверхность грунта.

6.5.4.6 С помощью регулировки высоты стоек опор, осуществляется изменение угла наклона прогибомера. Контроль производится с помощью алюминиевого уровня (из комплекта поставки), устанавливаемого на профильную трубу прогибомера.


6.5.4.7 Перед началом измерений устанавливается рабочая высота положения датчика перемещения относительно нагрузочной плиты. Подвижный шток датчика должен быть вдавлен в корпус на всю его длину, для обеспечения работы датчика во всем диапазоне измерений.





**Внимание!** Измеритель ИСП-1 и его составные элементы должны быть защищены от солнечного света и ветра для исключения возникновения дополнительной погрешности. Необходимо позаботиться о том, чтобы прогибомер и система реактивного нагружения (противовес) не подвергались вибрации во время испытаний.

После установки рабочей высоты положения датчика перемещения необходимо подключить кабель датчика к преобразователю сигналов ИСП-1, размещенному на плите нагружения.

К преобразователю сигналов ИСП-1 подключить тензодатчик. Включить преобразователь сигналов кратковременным нажатием на кнопку «».

По окончании измерений разборку оборудования производить в обратном порядке.

#### **6.5.5 Подготовка рабочего места испытателя**

Перед началом испытаний до начала выполнений измерений рекомендуется установить ПЛК на подставку, входящую в состав комплекта установки.

Для обеспечения удобства работы оператора при работе с установкой в процессе измерений, подставка с ПЛК может быть расположена перед оператором на одном из транспортировочных ящиков.

#### **6.5.6 Последовательность выполнения измерений**

Стадии испытаний:

- Предварительное нагружение.
- Разгрузка мгновенная (до первого шага первичного нагружения).
- Первичное нагружение.
- Разгрузка пошаговая.
- Повторное нагружение.
- Разгрузка мгновенная полная.

Результаты измерений автоматически заносятся в электронный журнал измерений.

Требуемая максимальная нагрузка или максимальная осадка определяются целями испытания, а также ожидаемыми прочностными и деформационными характеристиками грунта и размером нагрузочной плиты.

### **6.5.7 Предварительное нагружение**

Предварительное нагружение выполняют для устранения возможных случайных деформаций и смещений нагрузочной плиты. Предварительное нагружение выполняют с использованием насоса в следующей последовательности:

- для исключения случайных деформаций нагружение начинают с передачи на штамп диаметром 300 мм давления 0,04 МПа, диаметром 600 мм - 0,02 МПа, диаметром 762 мм - 0,01 МПа, с мгновенной разгрузкой до значений нулевой ступени нагружения ( $\sigma_0$ ), соответствующей для плит диаметром 300 и 600 мм давлению 0,01 МПа, а для плиты диаметром 762 мм - 0,005 МПа;

- показания датчика перемещения устанавливают на значение "0" при измерениях на конструктивных слоях дорожных одежд не менее чем через 60 с после достижения нулевой ступени нагружения, при измерениях на грунтах земляного полотна - по истечении не менее 120 с от момента достижения нулевой ступени нагружения.

Для предотвращения возникновения низкого давления в резервуаре насоса, мешающего работе, в задней крышке резервуара насоса предусмотрена сливная пробка, которая при работе должна быть приоткрыта.

### **6.5.8 Первичное нагружение**

Первичное нагружение проводится шестью ступенями (с приблизительно равными приращениями) до достижения предварительно выбранной максимальной нагрузки в зависимости от диаметра нагрузочной плиты в соответствии с таблицей 4.

Максимальное давление для нагрузочной плиты диаметром 300 мм составляет 0,50 МПа. При измерениях на конструктивных слоях из песка и на грунтах земляного полотна при применении нагрузочной плиты диаметром 300 мм максимальное давление составляет 0,25 МПа.

Максимальное давление для нагрузочной плиты диаметром 600 мм составляет 0,25 МПа.

Максимальное давление для нагрузочной плиты диаметром 762 мм составляет 0,20 МПа.

Во время выдержки на каждой ступени нагрузка (давление) должны поддерживаться в пределах  $\pm 1\%$  от максимальной величины на данной ступени нагружения (поддерживается периодическим подкачиванием давления).

Таблица 4 – Значения нагрузок и давлений в зависимости от диаметра нагрузочной плиты при проведении первичного нагружения

Ступень	Диаметр нагрузочной плиты							
	300 мм		300 мм*		600 мм		762 мм	
	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа
0	0,71	0,01	0,71	0,01	2,82	0,01	2,28	0,005
1	5,65	0,08	2,84	0,04	11,31	0,04	9,12	0,02
2	11,31	0,16	5,65	0,08	22,62	0,08	18,24	0,04
3	17,67	0,25	8,52	0,12	33,93	0,12	36,48	0,08
4	23,33	0,33	11,31	0,16	45,24	0,16	54,72	0,12
5	29,69	0,42	14,20	0,20	56,65	0,20	72,93	0,16
6	35,35	0,50	17,67	0,25	70,69	0,25	91,21	0,20
* При измерениях на конструктивных слоях из песка и на грунтах земляного полотна								

### 6.5.9 Разгрузка

Плавную разгрузку выполняют ступенями в соответствии с таблицей 5. Время выдержки на каждой ступени составляет не менее 60 с.

Таблица 5 – Значения нагрузок и давлений в зависимости от диаметра нагрузочной плиты при разгрузке

Ступень	Диаметр нагрузочной плиты							
	300 мм		300 мм*		600 мм		762 мм	
	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа
1	17,67	0,25	8,52	0,12	33,93	0,12	45,61	0,10
2	8,52	0,12	4,26	0,06	16,96	0,06	22,80	0,05
3	0,71	0,01	0,71	0,01	2,28	0,01	2,28	0,005
* При измерениях на конструктивных слоях из песка и на грунтах земляного полотна								

При любой разгрузке, сброс давления в гидроцилиндре производится частичным или полным (в зависимости от вида разгрузки) открытием дроссельного винта сброса давления, расположенным на правой боковой части насоса.

### 6.5.10 Повторное нагружение

Повторное нагружение выполняют с доведением давления до значения на ступень менее максимального давления при первичном нагружении в соответствии с таблицей 6.

Время выдержки на каждой ступени при измерениях составляет не менее 60 с, но до достижения интенсивности изменения деформаций не более 0,02 мм/мин.

Таблица 6 – Значения нагрузок и давлений в зависимости от диаметра нагрузочной плиты при проведении повторного нагружения

Ступень	Диаметр нагрузочной плиты							
	300 мм		300 мм*		600 мм		762 мм	
	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа
0	0,71	0,01	0,71	0,01	2,82	0,01	2,28	0,005
1	5,65	0,08	2,84	0,04	11,31	0,04	9,12	0,02
2	11,31	0,16	5,65	0,08	22,62	0,08	18,24	0,04
3	17,67	0,25	8,52	0,12	33,93	0,12	36,48	0,08
4	23,33	0,33	11,31	0,16	45,24	0,16	54,72	0,12
5	29,69	0,42	14,20	0,20	56,65	0,20	72,93	0,16
* При измерениях на конструктивных слоях из песка и на грунтах земляного полотна								

### 6.5.11 Последовательность вывода на экран уведомлений оператору после запуска процесса измерений

В зависимости от выбранного в настройках диаметра нагрузочной плиты и в зависимости от наличия песка в грунте значения нагрузки и расчетного давления на экране формируются различные сообщения оператору (табл. 7). Значения нагрузок и давлений приведены в таблицах 4-6.

Все стадии процесса измерений имеют свои индексы и названия (табл. 8).

Таблица 7 – Пример сообщений оператору с рекомендациями по нагрузке для песчаных грунтов при установленном диаметре плиты  $D = 300$  мм

№ тчка, n	Ст., j	Шаг, i	$F_{j.i}$ , кН	$\sigma_{j.i}$ , МПа	Сообщение оператору
1	0	0	$F_0$	$\sigma_0$	Установите гидроцилиндр, $F=0$
	1	1	$F_{1.1}$	$\sigma_{1.1}$	Задайте нагрузку 2,84 кН (0,04 МПа)
	2	2	$F_{2.2}$	$\sigma_{2.2}$	Снизьте нагрузку до 0,71 кН (0,01 МПа)
	3	3	$F_{3.3}$	$\sigma_{3.3}$	Задайте нагрузку 2,84 кН (0,04 МПа)
		4	$F_{3.4}$	$\sigma_{3.4}$	Задайте нагрузку 5,65 кН (0,08 МПа)
		5	$F_{3.5}$	$\sigma_{3.5}$	Задайте нагрузку 8,52 кН (0,12 МПа)
		6	$F_{3.6}$	$\sigma_{3.6}$	Задайте нагрузку 11,31 кН (0,16 МПа)
		7	$F_{3.7}$	$\sigma_{3.7}$	Задайте нагрузку 14,20 кН (0,20 МПа)
		8	$F_{3.8}$	$\sigma_{3.8}$	Задайте нагрузку 17,67 кН (0,25 МПа)
	4	9	$F_{4.9}$	$\sigma_{4.9}$	Снизьте нагрузку до 8,52 кН (0,12 МПа)
		10	$F_{4.10}$	$\sigma_{4.10}$	Снизьте нагрузку до 4,26 кН (0,06 МПа)
		11	$F_{4.11}$	$\sigma_{4.11}$	Снизьте нагрузку до 0,71 кН (0,01 МПа)
	5	12	$F_{5.12}$	$\sigma_{5.12}$	Задайте нагрузку 2,84 кН (0,04 МПа)
		13	$F_{5.13}$	$\sigma_{5.13}$	Задайте нагрузку 5,65 кН (0,08 МПа)
		14	$F_{5.14}$	$\sigma_{5.14}$	Задайте нагрузку 8,52 кН (0,12 МПа)
		15	$F_{5.15}$	$\sigma_{5.15}$	Задайте нагрузку 11,31 кН (0,16 МПа)
		16	$F_{5.16}$	$\sigma_{5.16}$	Задайте нагрузку 14,20 кН (0,20 МПа)
	6	17	—	—	Полностью разгрузите плиту

Таблица 8 – Стадии процессов при процедуре измерений в каждой контрольной точке грунта

Степень, j	Стадия процесса испытаний
0	Установка гидроцилиндра
1	Предварительное нагружение
2	Разгрузка до начального значения давления $F_{2.2}$
3	Первичное нагружение
4	Разгрузка пошаговая
5	Повторное нагружение
6	Разгрузка полная мгновенная

### **6.5.12 Удаление воздуха из гидросистемы**

При попадании воздуха в гидросистему, может возникнуть ситуация, когда невозможно создать требуемое давление в гидроцилиндре.

В этом случае в процессе эксплуатации требуется выполнить процедуру удаления воздуха из системы:

1) Без разборки гидросистемы (отсоединения РВД от насоса и гидроцилиндра) расположить гидроцилиндр штоком вниз на ровной поверхности, не имеющей уклонов. Шток гидроцилиндра поместить в углубление магнитного шарнирного упора. Если используется металлическая поверхность, примагнитить к ней шарнирный упор.

2) Приоткрыть сливную пробку насоса.

3) Установить насос на возвышенность, для создания разности высот (перепада) расположения гидроцилиндра и насоса.

4) Повернуть кран сброса давления в положение «Заккрыть».

5) Полностью выдвинуть шток гидроцилиндра с помощью насоса, придерживая гидроцилиндр рукой для исключения его опрокидывания.

6) Сбросить давление в гидросистеме, повернув кран в положение «Открыть».

7) Повторить действия, описанные в п.4-6 несколько раз.

### **6.6 Оценка и представление результатов испытаний**

После завершения испытаний оператор может сформировать протокол испытаний в формате PDF, для печати или отправки по электронной почте.

Команда экспорта протокола результатов испытаний вызывается из вложенного меню заголовков архивов процессов.

Протокол сохраняется в папке SPG/Archive/Protocols.

Протокол испытаний содержит следующую информацию:

1) наименование объекта строительства и организации, проводящей испытания;

2) местоположение и протяженность измерительного участка (полигона);

3) данные о конструктивном слое (наименование почвы, материал почвы, толщина);

4) влажность грунта;

5) информация о штамповой установке статического нагружения (наименование, серийный номер, диаметр нагрузочной плиты);

6) показатели деформативности при статическом нагружении;

7) время и дата проведения измерений;

8) любые необычные наблюдения, сделанные во время испытания.

Форма протокола испытаний соответствует требованиям ГОСТ Р 59866-2022 и приведена в приложении А.

## 7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1 Установка требует аккуратного и бережного обращения для обеспечения заявленных технических характеристик.

7.2 Установку необходимо содержать в чистоте, беречь элементы установки от падений, ударов, пыли и сырости. Периодически, не реже одного раза в 6 месяцев, удалять пыль сухой и чистой фланелью и производить визуальный осмотр всех элементов установки, уделяя особое внимание отсутствию повреждений ПС и датчиков измерителя ИСП-1, чистоте разъемов и выдвижного штока датчика перемещения ИСП-1.



**Внимание!** Не допускается производить наклейку транспортных и иных этикеток на корпуса составных элементов ИСП-1 и ПлК.

7.3 Техническое обслуживание насоса проводить в соответствии с рекомендациями, приведенными в паспорте насоса, поставляемого в составе установки.

7.4 При завершении измерений все элементы установки необходимо очистить от пыли, грязи, частиц грунта и т.п. с помощью влажного куска ткани. Твердые загрязнения необходимо удалять с помощью изопропилового спирта или бензинового раствора. Следы органических загрязнений удалять при помощи очищающего аэрозоля, например, Cramolin Contact CLEANER.

7.5 Для снижения расхода энергии встроенного элемента питания, рекомендуется ПС ИСП-1 включать непосредственно перед началом регистрации.


7.6 Аккумуляторная батарея ПлК достаточно быстро разряжается в режиме ожидания. Скорость разряда аккумуляторной



батареи зависит от количества запущенных приложений, включенного дисплея.

Для экономии заряда рекомендуется:

1) не запускать на ПЛК приложения и не включать модули (Wi-Fi и т.д.), кроме модуля Bluetooth, необходимого для связи с ИСП-1;

2) в случае перерыва в работе с ИСП-1 выключать дисплей (нажатием кнопки «» на ПЛК);

3) при длительном перерыве в работе, а также при транспортировке и хранении рекомендуется полностью выключать ПЛК.

7.7 Если ПЛК не реагирует на кнопку включения питания или выключается сразу после включения, следует зарядить аккумулятор.

7.8 Перед началом проведения измерений убедиться, что аккумуляторная батарея ПС измерителя ИСП-1 полностью заряжена, во избежание остановки измерений во время запущенного процесса измерений.

Если при нажатии на кнопку ПС (или в процессе работы) включается красный светодиод, ПС индицирует, что элемент питания разряжен и аккумулятор необходимо зарядить. Подключите ПС ИСП-1 через поставляемое зарядное устройство к сети напряжением 220 В или к работающему компьютеру кабелем USB. Красный светодиод при этом включен постоянно. Заряд аккумулятора начнется автоматически. По окончании заряда светодиод выключится.



**Внимание!** Запрещается производить заряд аккумулятора с помощью зарядного устройства, не входящего в комплект поставки.

7.9 Компоненты установки являются сложными техническими изделиями и не подлежат самостоятельному ремонту. При всех видах неисправностей необходимо обратиться к изготовителю.

## 8 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

8.1 Заводской номер установки СПГ-1 совпадает с заводским номером измерителя ИСП-1.

8.2 Маркировка установки СПГ наносится на потребительскую (транспортную тару) и содержит:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение модификации установки.

8.3 На корпус ПС ИСП-1 как составного элемента установки, прошедшего приемосдаточные испытания, ставят пломбу.

## **9 УПАКОВКА**

9.1 При получении установки определите сохранность тары. В случае ее повреждения следует составить акт и обратиться с рекламацией к транспортной организации.

9.2 Способ упаковки, подготовка к упаковке, потребительская тара и материалы, применяемые при упаковке, порядок размещения элементов установки соответствуют чертежам предприятия-изготовителя и техническим условиям на установку.

9.3 Все элементы установки упакованы в потребительскую (транспортную) тару и распределены по двум ящикам.

9.4 В каждый ящик вложен упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и обозначение составных элементов установки и их количество;
- дату упаковки;
- подпись или штамп ответственного лица за упаковку и штамп ОТК.

9.5 Состав транспортного ящика №1:

- нагрузочная плита диаметром 300 мм в сборе со стойками и рабочим столом устройства для измерения нагрузки;
- силоизмерительный датчик;
- подставка домкрата;
- набор насадок-удлинителей 25, 50, 100 и 150 мм (комплект);
- магнитный шарнирный упор;
- мобильный кейс с электронными компонентами измерителя ИСП-1.

9.6 Состав транспортного ящика №2:

- механизм нагружения, комплект в составе:
  - насос гидравлический 0,4 л в сборе с подставкой;

- домкрат ДГ10П150 в сборе с переходником «Домкрат-насадка»;

- рукав высокого давления (РВД), 2 м;

- прогибомер, комплект.

#### 9.7 Состав мобильного кейса:

- преобразователь сигналов ИСП-1;

- датчик измерения перемещения;

- планшетный компьютер;

- подставка под планшетный компьютер;

- зарядное устройство USB;

- блок автономного питания;

- кабель USB-A-mini-B и кабель USB-A-type C;

- руководства по эксплуатации и паспорта на составные элементы установки.

#### 9.8 Транспортная тара.

№ ящика	Масса брутто, кг	Масса нетто, кг	Габаритные размеры, см
1	< 50	≥ 17	915 × 390 × 350
2	< 45	≥ 15	1160 × 420 × 260

Масса брутто мобильного кейса не более 2,5 кг.

9.9 Нагрузочные плиты диаметрами 600 и 762 мм, поставляемые по заказу, упакованы в свою собственную потребительскую/транспортную тару.

## 10 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

10.1 Транспортирование установки должно осуществляться в упакованном виде любым крытым видом транспорта (авиатранспортом - в отапливаемых герметизированных отсеках) в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на данном виде транспорта.

10.2 Расстановка и крепление ящиков с элементами установки в транспортных средствах должны исключать возможность их смещения и ударов друг о друга.

10.3 Погрузочно-разгрузочные работы должны осуществляться в соответствии с транспортной маркировкой по ГОСТ 14192.

10.4 Температурные условия транспортирования установки от минус 20 °С до плюс 45 °С.

10.5 Упакованная установка должна храниться в условиях, установленных для группы 1 по ГОСТ 15150.

## 11 УТИЛИЗАЦИЯ

Специальных мер для утилизации материалов и комплектующих элементов, входящих в состав установки, кроме литиевых аккумуляторов ПЛК, ПС и датчиков перемещения, не требуется, так как отсутствуют вещества, представляющие опасность для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока службы.

Литиевые аккумуляторные батареи утилизируют в установленном порядке.

## 12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

12.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие выпускаемых установок требованиям технических условий. Гарантийный срок - 18 месяцев с момента продажи установки.

12.2 Предприятие-изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно производить ремонт установки, если она выйдет из строя.

12.3 Гарантийное обслуживание осуществляется в месте нахождения предприятия-изготовителя. Срок гарантии на установку увеличивается на время его нахождения в ремонте.

Установка предъявляется в гарантийный ремонт в полной комплектации, указанной в п. «Комплектность», за исключением нагрузочных плит диаметром 600 мм и 762 мм.



**Внимание!** Оборудование для гарантийного ремонта должно быть предоставлено в чистом виде.

12.4 Срок проведения ремонтных работ - 30 рабочих дней с момента получения установки предприятием-изготовителем.

12.5 Срок замены прибора - 30 рабочих дней с момента получения прибора предприятием-изготовителем при наличии существенного недостатка.

12.6 Недополученная в связи с неисправностью установки прибыль, транспортные расходы, а также косвенные расходы и убытки не подлежат возмещению.

12.7 Гарантия не распространяется на:

- планшетный компьютер;
- литиевые аккумуляторы;

- блок автономного питания, зарядное устройство;
- быстро изнашивающиеся запчасти и комплектующие (соединительные кабели, разъёмы и т.п.);
- расходные материалы (карты памяти и т.п.).

12.8 Гарантийные обязательства теряют силу, если:

- имеются следы вскрытия (разборки), нарушена заводская пломба;
- элементы установки подвергались механическим, тепловым или атмосферным воздействиям;
- элемент установки вышел из строя из-за попадания внутрь посторонних предметов, жидкостей, агрессивных сред;
- на любом датчике или ПС измерителя ИСП-1 удален, стерт, не читается или изменен заводской номер.

12.9 Гарантийный ремонт осуществляет предприятие-изготовитель ООО НПП «Интерприбор»: 454080, Челябинск, а/я 12771, бесплатные звонки по России 8-800-775-05-50, тел. (351) 729-88-85.

### **13 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящем РЭ использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.2.007.0-75 Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.

ГОСТ 14254-2015 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP).

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 20276.1-2020 Грунты. Метод испытания штампом

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

ГОСТ Р 59866-2022 Дороги автомобильные общего пользования. Показатели деформативности конструктивных слоев дорожной одежды из несвязных материалов и грунтов земляного полотна. Технические требования и методы определения

ГОСТ Р 71623-2024 Штамповые испытания земляного полотна для высокоскоростных железнодорожных линий

## 14 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Нагрузочная плита диаметром 300 мм, шт.	1
Нагрузочная плита диаметром 600 мм, шт.	1*
Нагрузочная плита диаметром 762 мм, шт.	1*
Подставка домкрата, шт.	1
Механизм нагружения (помпа гидравлическая, гидроцилиндр, рукав высокого давления РВД), комплект	1
Набор насадок-удлинителей (25, 50, 100 и 150 мм), комплект	1
Магнитный шарнирный упор, шт.	1
Устройство для измерения осадки нагрузочной плиты (прогибомер), комплект	1
Алюминиевый уровень 300 мм, шт.	1
Измеритель ИСП-1 (преобразователь сигналов, тензодатчик, датчик перемещения с соединительным кабелем, планшетный компьютер с установленным приложением СПГ), комплект	1
Портативный блок питания (Powerbank), шт.	1*
Руководство по эксплуатации НК ИП.408025.100 РЭ, экз.	1
Комплект паспортов на составные элементы установки	1
Транспортный ящик №1, шт.	1
Транспортный ящик №2, шт.	1

---

\* По заказу



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Протокол измерения показателей деформативности

Наименование организации, проводящей испытания	
Наименование объекта строительства	
Местоположение измерительного участка и протяженность измери- тельного участка	
Наименование, материал и толщина конструктивного слоя	
Влажность грунта земляного полотна, %	
Расчетное значение модуля упругости на поверхности конструктивного слоя, МН/м <sup>2</sup>	
Установка статического нагружения:	
– наименование	
– серийный номер	
– диаметр нагрузочной плиты, мм	
Ф.И.О. ответственных лиц	
Дата проведения измерений	
Количество измерительных точек	
Примечания	

## Результаты измерений

№ изм. точки	$E_{v1}$ , МН/м <sup>2</sup>	$E_{v2}$ , МН/м <sup>2</sup>	$K_e$	$E_y$ , МПа
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
Среднее значение по участку				

