

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГЕОЛОГИИ И ГИДРОГЕОЛОГИИ**

**Лабораторное определение степени пучинистости грунтов с
помощью измерительно-вычислительного комплекса
АСИС-Криология**

Лабораторный практикум

Казань – 2019

*Печатается по решению учебно-методической комиссии
Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ
(протокол №7 от 19 марта 2019 г.)*

Рецензент: к.г.-м.н. доцент Королев Э.А.

Лабораторное определение степени пучинистости грунтов с помощью измерительно-вычислительного комплекса АСИС-Криология: Лабораторный практикум / Муравьев Ф.А., Нуриев И.С., Латыпов А.И. – Казань: Казанский федеральный университет, 2019. - 27 с.

Лабораторный практикум «Лабораторное определение степени пучинистости грунтов с помощью измерительно-вычислительного комплекса АСИС-Криология» является составной частью курса «Геокриология» студентов, обучающихся по направлению 05.03.01. «Геология», профиль «Гидрогеология и инженерная геология» и дополняет Пособие к лабораторным работам «Физические свойства и криогенные текстуры мерзлых дисперсных грунтов». Он может быть полезным также студентам других геологических специальностей, почвоведом и экологам. Здесь подробно рассматривается процесс лабораторных испытаний степени пучинистости дисперсных грунтов по ГОСТ 28622–2012 с помощью ИВК АСИС-Криология, приводится форма обработки и интерпретации полученных результатов. Лабораторный практикум рассчитан на самостоятельное освоение студентами методики испытаний дисперсных грунтов на степень пучинистости.

© Казанский Университет, 2019

© Муравьев Ф.А., Нуриев И.С., Латыпов А.И. 2019

Содержание

Введение	4
1. Общие положения	5
2. Устройство для проведения испытания	6
2.1 Описание устройства	6
2.2 Подготовка устройства к испытанию	9
3. Отбор и подготовка образцов грунта к испытанию	10
4. Проведение испытаний в программе АСИС	15
5. Измерение глубины промерзшего слоя	13
6. Обработка результатов	22
6.1 Обработка результатов испытания в программе АСИС	23
Список использованной литературы	27

Введение

Под пучинистостью пород понимается способность их деформироваться как при промерзании, так и в мерзлом состоянии, увеличивая свой объем в результате замерзания влаги, ее миграции и льдонакопления. Пучинистые свойства пород зависят от их начальной влажности, плотности, степени заполнения пор, засоленности, заторфованности и внешних условий промерзания. Наибольшую опасность для инженерных сооружений с точки зрения морозной пучинистости пород представляют влажные пылеватые глинистые разновидности [1].

При промерзании дисперсных пород происходят сложные физико-химические, тепломассообменные и физико-механические процессы. Они выражаются в миграции влаги к фронту промерзания, обезвоживании и усадке, выделении тепла при фазовых переходах, льдонакоплении и распучивании, что в итоге приводит к развитию деформаций (напряжений) в породах. Деформации талой и мерзлой зон обычно разнонаправлены: мерзлая зона увеличивается в объеме и линейных размерах, а талая – сокращается за счет обезвоживания и усадки. Поднятие (опускание) поверхности промерзающих пород определяется алгебраической суммой всех разнонаправленных деформаций в отдельных частях породы. К основным характеристикам, определяющим деформации пучения и пучинистые свойства пород, относятся: общая деформация пучения, модуль пучения, скорость пучения и коэффициент неравномерности пучения [1].

Морозное пучение грунтов может оказывать неблагоприятное воздействие на авто- и железные дороги, аэродромы, трассы трубопроводов, опоры ЛЭП, а также жилые и промышленные здания с ленточными фундаментами мелкого заложения. Более часто такое воздействие имеет место для мостов и водопропускных труб старых типов, не имеющих противопучинистых мероприятий, или если такие мероприятия недостаточны.

1. Общие положения

Лабораторные определения степени пучинистости грунтов проводятся согласно ГОСТ 28622-2012 [2].

1.1 Степень пучинистости грунта следует определять по значению относительной деформации морозного пучения ε_{fh} , полученному по результатам испытаний образцов грунта в специальных установках, обеспечивающих вертикальное промораживание образца исследуемого грунта в заданном температурном и влажностном режимах, и измерение перемещений его поверхности.

1.2 Степень пучинистости грунта в зависимости от ε_{fh} приведена в таблице 1.

Табл. 1 «Зависимость степени пучинистости от ε_{fh} »

Степень пучинистости грунта	Относительная деформация морозного пучения образца грунта
Непучинистый	$\varepsilon_{fh} < 0,01$
Слабопучинистый	$0,01 \leq \varepsilon_{fh} < 0,035$
Среднепучинистый	$0,035 \leq \varepsilon_{fh} < 0,07$
Сильнопучинистый	$0,07 \leq \varepsilon_{fh} < 0,10$
Чрезмернопучинистый	$0,10 \leq \varepsilon_{fh}$

1.3 Испытания проводят на образцах грунта ненарушенного сложения с природной плотностью и влажностью или искусственно приготовленных образцах с заданной плотностью и влажностью, значения которых устанавливаются программой испытаний в зависимости от возможных изменений водно-физических свойств грунта в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

1.4 Испытания проводят не менее чем на трех параллельных образцах исследуемого грунта.

1.5 Значение ε_{fn} вычисляют как среднеарифметическое результатов параллельных определений. В случае если разница между параллельными определениями превышает 30 %, число определений следует увеличить.

1.6 В процессе подготовки, проведения и обработки результатов испытаний ведут журнал, форма которого приведена в главе 5.

2. Устройство для проведения испытаний

Трехпозиционная установка испытания образцов грунта методом лабораторного определения степени пучинистости [3] включает в себя три одинаковых устройства определения степени пучинистости грунтов Э–1383 (далее – Устройство), а также блоки питания, кабели, электронные модули стабилизации температуры и обработки сигналов, систему подготовки воздуха и регулирования давления (Рис. 1, 2). Установка предназначена для проведения испытаний образцов грунта методом лабораторного определения степени пучинистости на трех параллельных образцах в соответствии с ГОСТ 28622-2012. Входящие в трехпозиционную установку Устройства отвечают требованиям стандарта ГОСТ 28622-2012.

Испытания проводят на образцах грунта ненарушенного сложения с природной плотностью и влажностью или на искусственно приготовленных образцах с заданной плотностью и влажностью, значения которых устанавливаются программой испытаний в зависимости от возможных изменений воднофизических свойств грунта в процессе строительства и эксплуатации сооружения [2].

2.1. Описание Устройства

В состав Устройства входят (Рис. 3):

- плита верхняя термостатированная Э-3173;
- плита нижняя термостатированная Э-1392;

- несущие колонны ГТЯН.715434.004;
- блок из капиллярно-пористого материала (фильтровальный камень) ГТЯН 71141.081;
- обойма секционированная Э-1387, Э-1388, Э-1389;
- оболочка теплоизолирующая Э-1386;
- колба ГТЯН.306577.007
- система подготовки воздуха и регулирования давления [3];

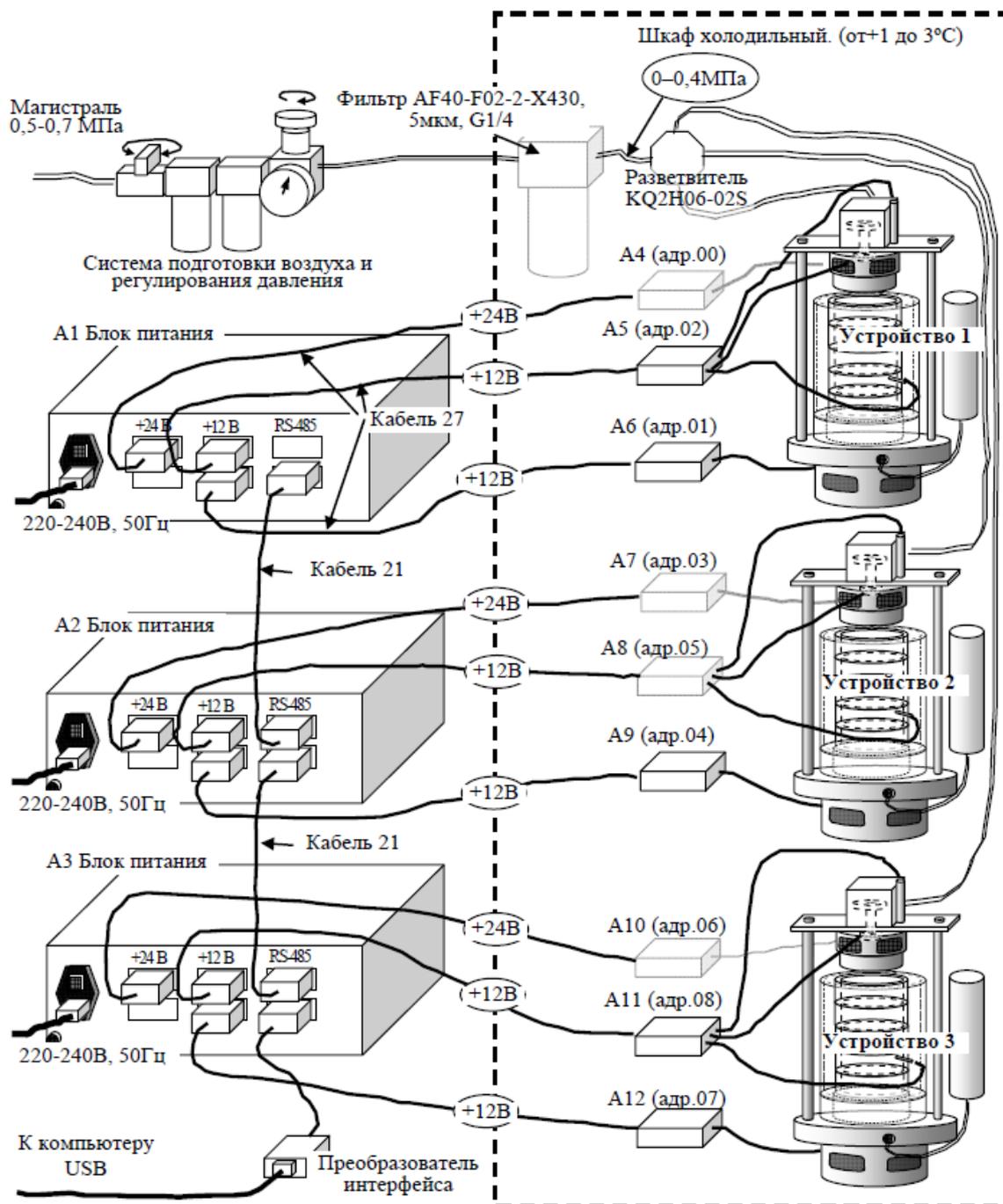


Рис. 1. Трехпозиционная установка испытания образцов грунта методом лабораторного определения степени пучинистости (принципиальная схема).



Рис. 2 Общий вид трехпозиционной установка испытания степени пучинистости грунтов в морозильной камере.

Конструкция Устройства обеспечивает:

- промораживание образца грунта с требуемой скоростью;
- возможность вертикального нагружения образца грунта давлением, равным давлению от собственного веса грунта на горизонте отбора образца или предполагаемому давлению от сооружения на заданной глубине, но не более 0,05 МПа;
- приготовление образцов методом послойного трамбования или под прессом в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 12248. Обоймы (секционные) с внутренним диаметром 100 мм и суммарной высотой секций 150 мм имеют прочность на разрыв от внутреннего бокового давления более 0,1МПа;
- термическое сопротивление теплоизоляционного кожуха не менее 0,8 м²·К/Дж;
- поддержание положительной температуры воды в поддоне [3].

Измерительные приборы, входящие в Устройство, обеспечивают:

– измерение вертикальной деформации образца грунта с погрешностью не более 0,01 мм;

– измерение температуры средней части образца грунта (на глубине 100 мм) с погрешностью не более 0,05 °С.

В качестве капиллярно-пористого материала для поддона обоймы используется эл. корунд (ГТЯН 71141.08, Рис. 2), высота слоя капиллярно-пористого материала по ГОСТ 28622—2012 составляет 50 мм [3].

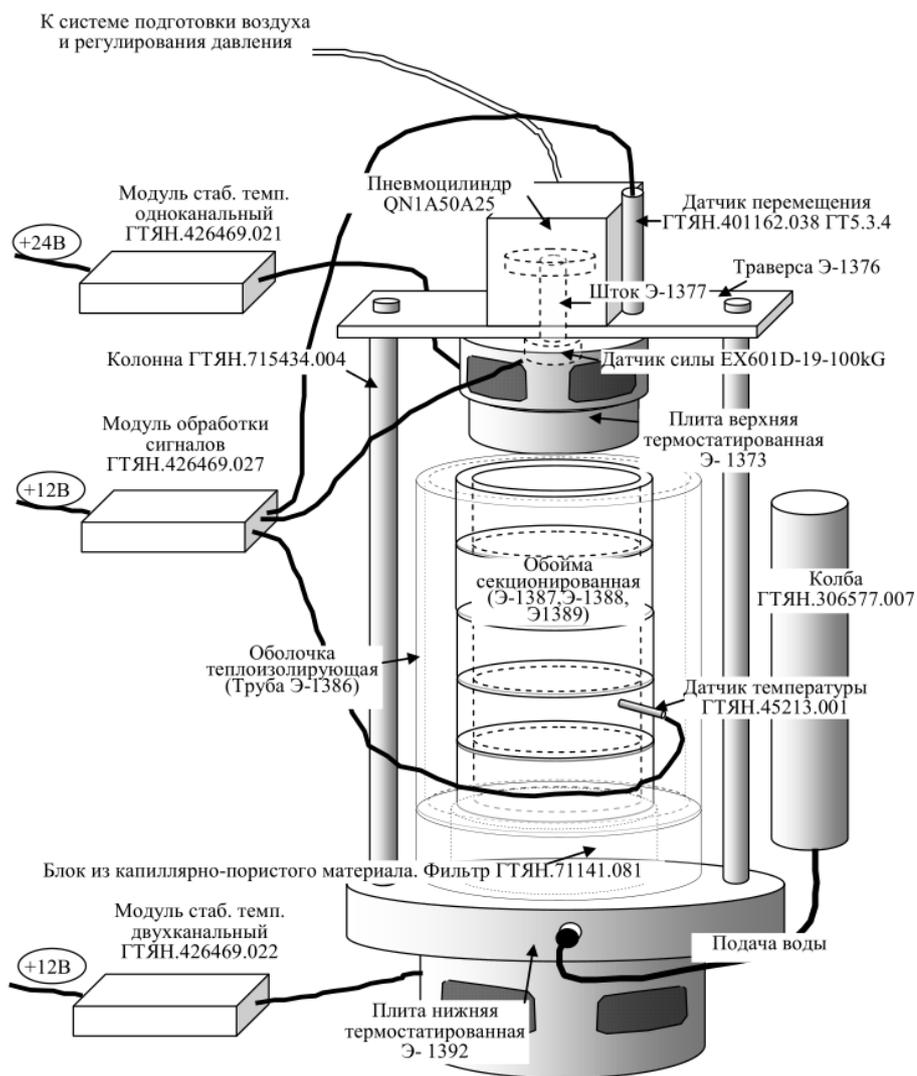


Рис. 3 Схема устройства Э-1383.

2.2. Подготовка Устройства к испытанию

Для подготовки Устройства к испытанию нужно вставить фильтровальный камень в поддон, присоединить к поддону шланг подачи воды,

идуший от колбы, открыть дроссель (кран) подачи воды (Рис 4). Затем нужно залить в колбу дистиллированную воду, добившись полного пропитывания фильтровального камня в поддоне, излишки воды удалить. **Фильтровальный камень необходимо покрыть 1-2 слоями фильтровальной бумаги, во избежание его засорения грунтом.** Низ колбы должен быть на уровне низа образца грунта, уровень воды в ней во время испытания должен поддерживаться в пределах 2-3 см.



Рис. 4. Нижняя термостатированная плита с поддоном и фильтровальным камнем.

3. Отбор и подготовка образцов грунта к испытанию

Отбор, упаковка, транспортирование и хранение монолитов и образцов грунта нарушенного сложения должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12071 [4].

В случае отбора грунта в мерзлом состоянии его предварительно оттаивают под давлением, равным давлению от собственного веса грунта на горизонте отбора монолита. Размер крупноблочных включений в образце не должен превышать 20 мм. **Размер цилиндрических образцов грунта для испытания в трехпозиционной установке испытания степени пучинистости (НПО Геотек) должен быть 100 (диаметр) x 150 (высота) мм.**

Образец грунта **ненарушенного сложения** вырезают из монолитов с помощью металлической формы, внутренние размеры которой соответствуют размерам образца грунта, методом режущего кольца (Рис. 5), приведенным в ГОСТ 5180 [5]. Внутренние стенки кольца при этом должны быть смазаны

антифрикционной смазкой (Литол-24 и др.). Затем вырезанный образец аккуратно выдавливается из кольца с помощью приспособления для



Рис. 5. Режущее кольцо 100 мм и приспособление для выдавливания образца.

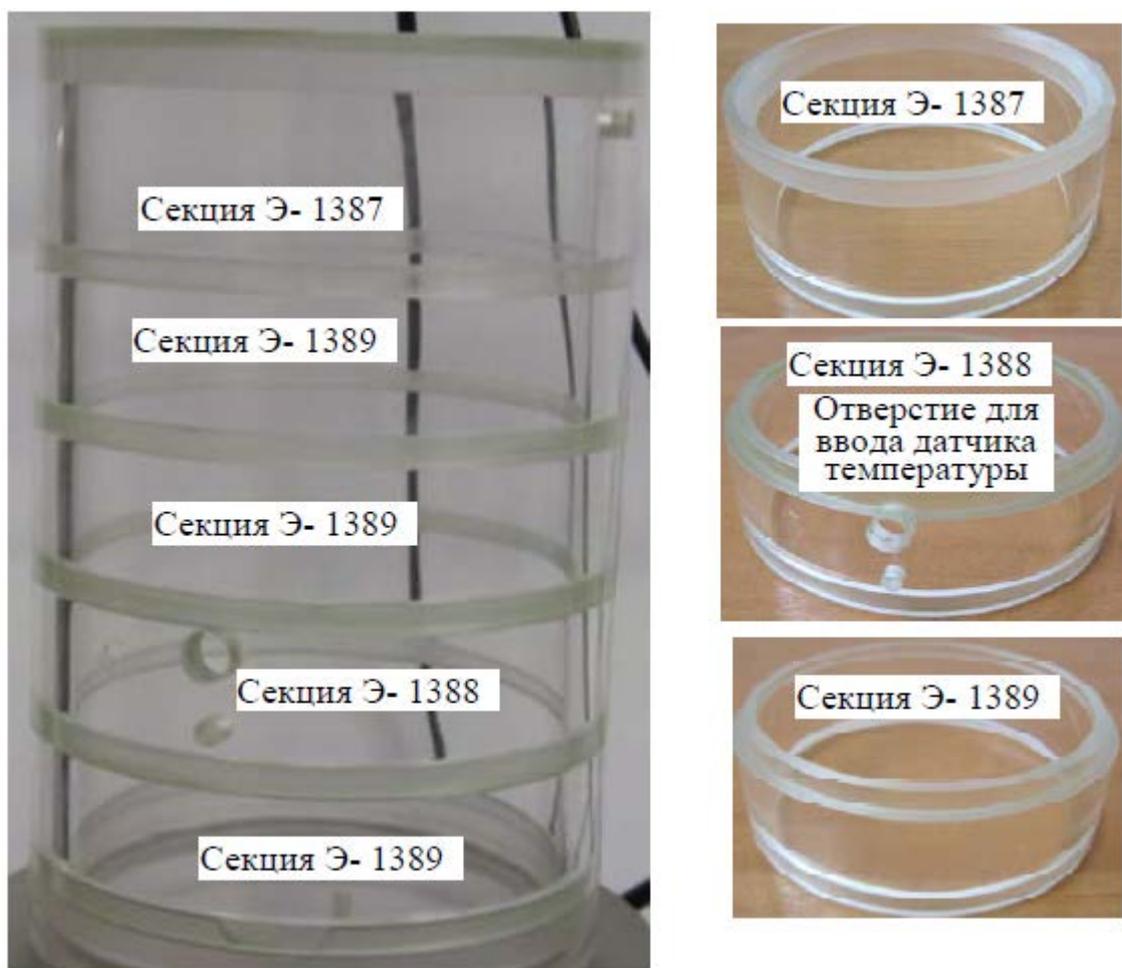


Рис. 6. Пятисекционная обойма, собранная в нужной последовательности.

выдавливания (Рис. 5) на специальную подставку, где на него сверху последовательно (или одновременно) надевают обойму из пяти пластиковых колец таким образом, чтобы самое широкое кольцо было самым верхним, а кольцо с отверстием для термодатчика – вторым снизу (Рис. 6). Внутреннюю поверхность обоймы предварительно смазывают тонким слоем антифрикционной смазки. Неровности поверхности образца крупнообломочного грунта заполняют материалом заполнителя того же грунта. Собранную обойму с грунтом переносят на Устройство и ставят вертикально на поверхность фильтровального камня, которую предварительно покрывают фильтровальной бумагой. Затем поверх обоймы надевают теплоизоляционный кожух так, чтобы отверстия для термодатчика на нем и на обойме совпадали (Рис. 7).



Рис. 7. Теплоизоляционный кожух из пенополиуретана с присоединенным термодатчиком.

Верхнюю термостатированную плиту устанавливают на вертикальные направляющие силовой рамы (траверсы) и закрепляют ее винтами (рукоятка лепестковая), присоединяют воздушный шланг к пневмоцилиндру (Рис.8). Затем датчик температуры (термодатчик) вставляют в грунт через отверстия в кожухе и обойме (Рис. 7), металлическая часть датчика должна полностью погрузиться в грунт. Для подачи давления на образец нужно включить систему подготовки воздуха и регулирования давления (Рис. 9), она находится вне морозильной камеры. Для этого сначала открывают ручной запорный клапан, затем медленно открывают регулятор прецизионный так, чтобы стрелка манометра показывала давление около 0,2 бар (20 кПа) (Рис. 9). Затем открывают кран на

воздушном шланге (Рис. 10), подключенном к пневмоцилиндру, при этом нужно следить за тем, чтобы верхняя термостатированная плита ровно, без перекосов, легла на верхний торец образца. После этого устанавливают датчик перемещения так, чтобы его конусообразный шток упирался в верхнюю термостатированную плиту (Рис.11) и закрепляют винтом.



Рис. 8. Верхняя термостатированная плита со шлангом подачи воздуха

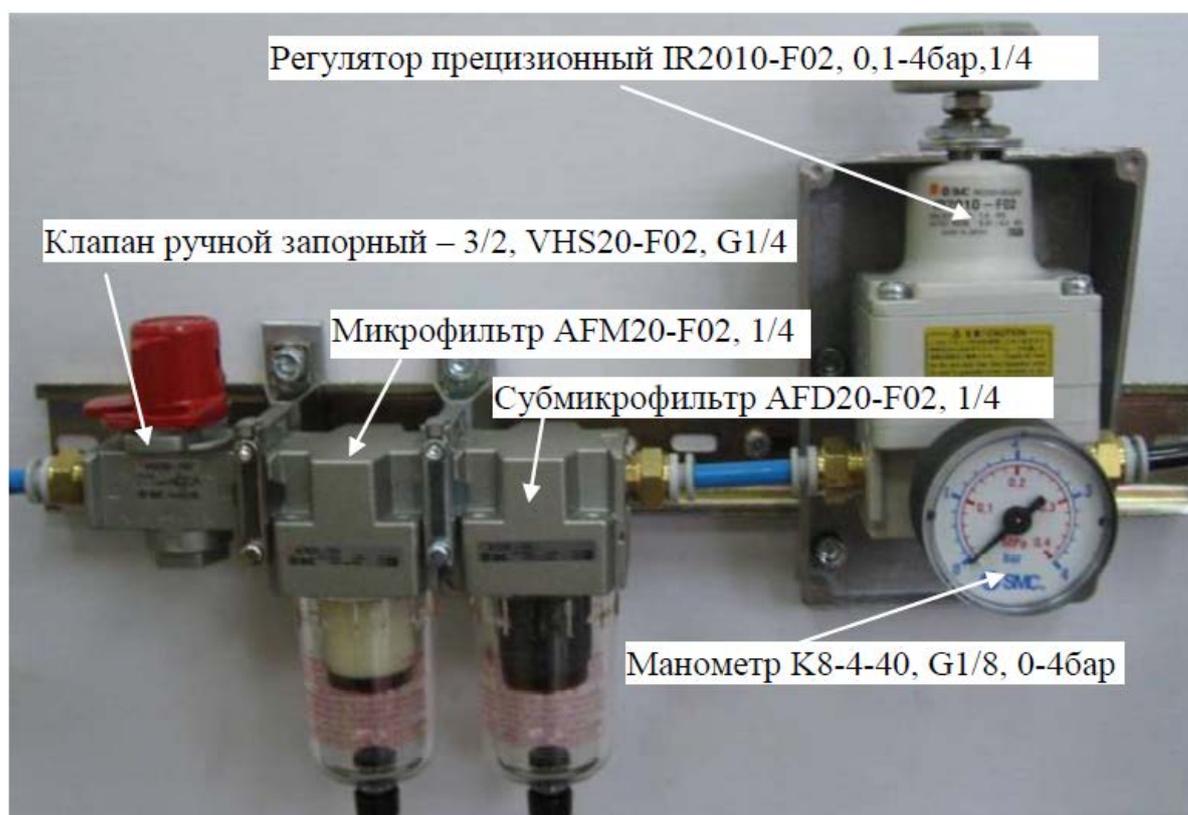


Рис. 9. Система подготовки воздуха и регулирования давления.

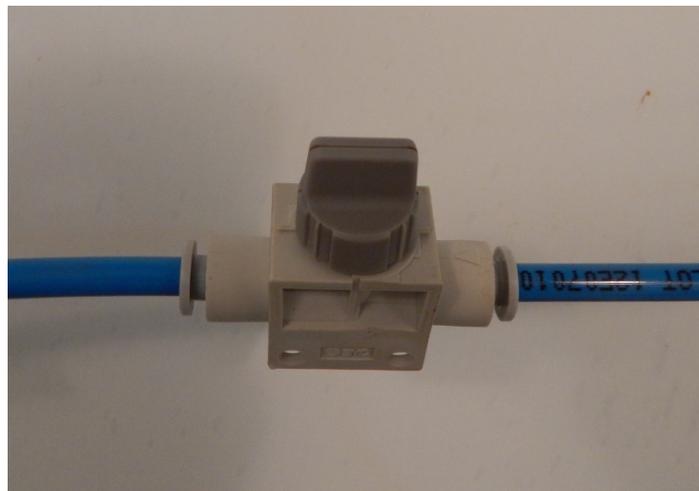


Рис. 10. Кран воздушного шланга, подключаемого к Устройству (находится в положении «открыто»).

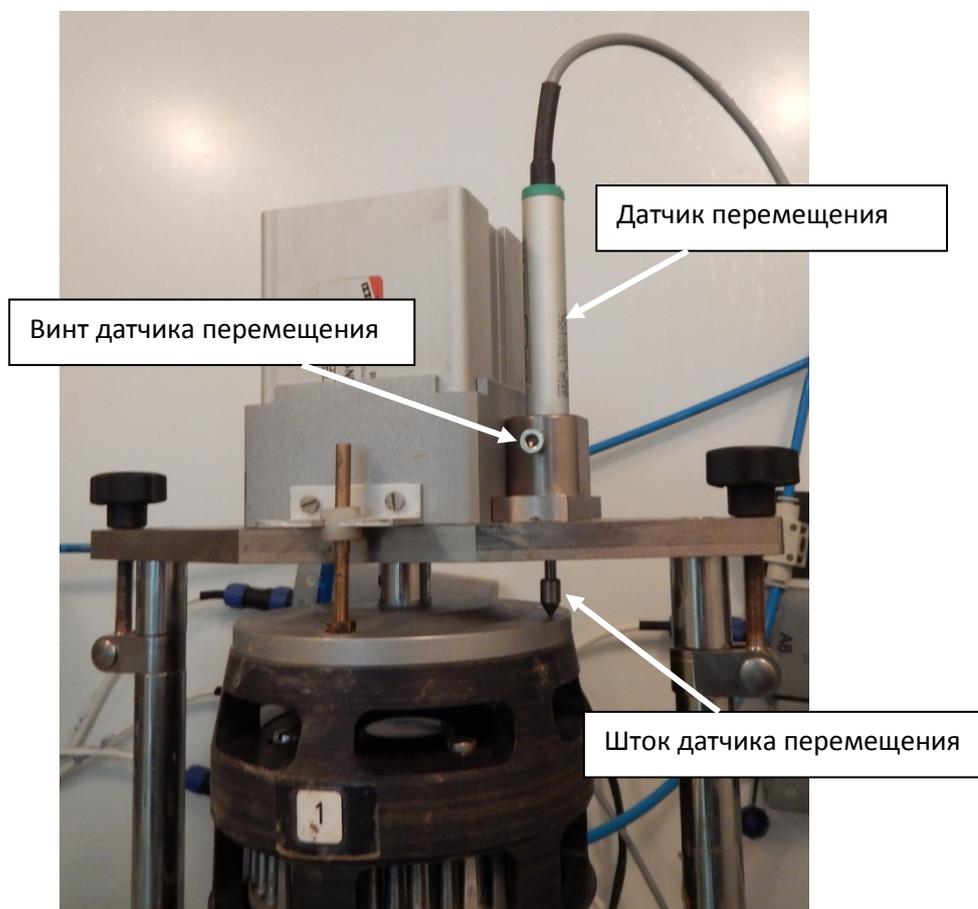


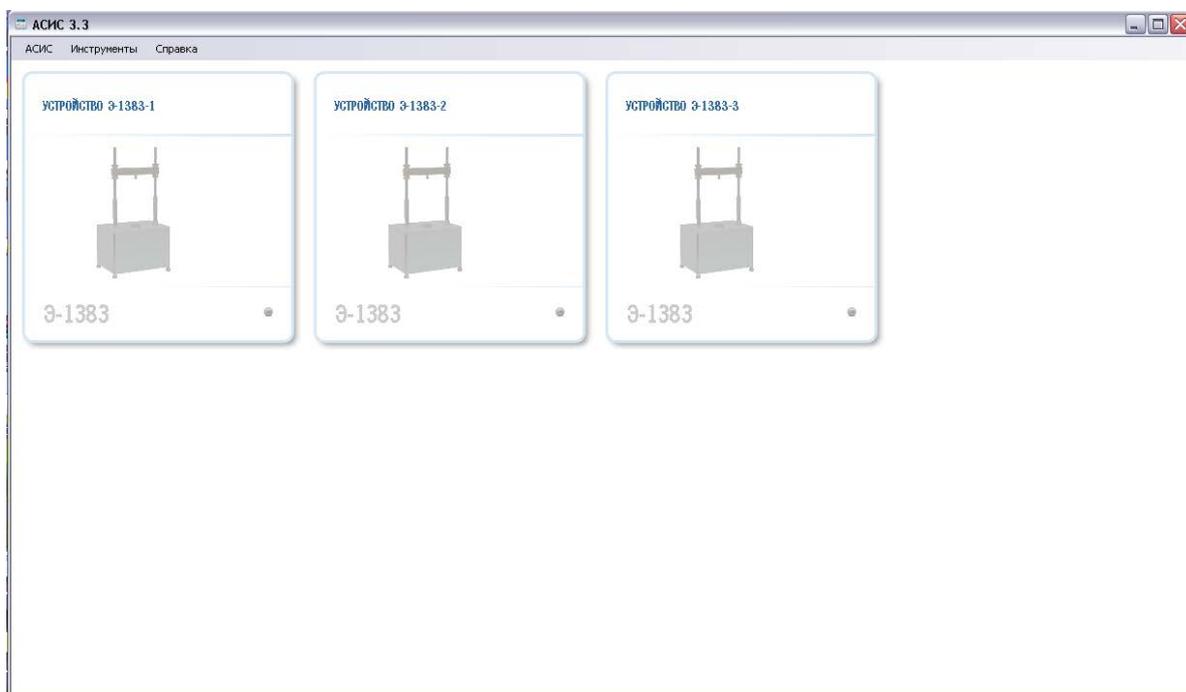
Рис. 11. Верхняя термостатированная плита с датчиком перемещения

Образец грунта **нарушенного сложения** с заданными значениями плотности и влажности приготавливают в обойме методом послойного трамбования непосредственно в Устройстве или под прессом в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 12248. /5/ Внутреннюю поверхность обоймы

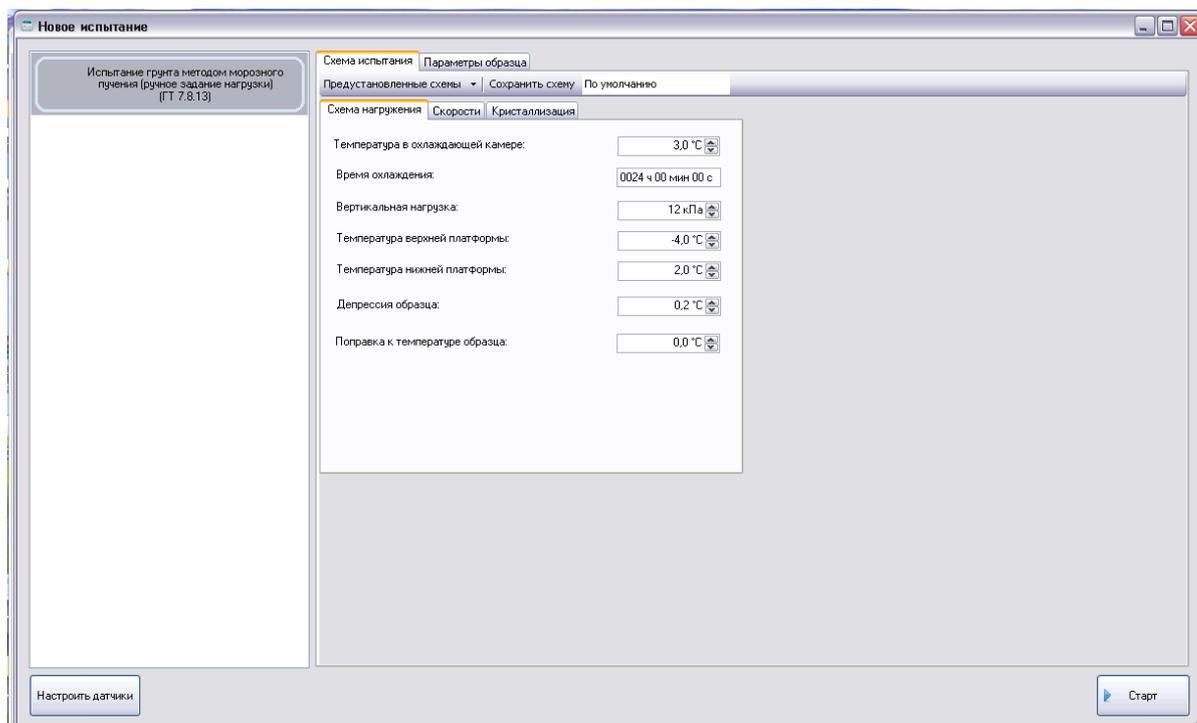
смазывают при изготовлении образца тонким слоем антифрикционной смазки. Обойму помещают вместе с грунтом в Устройство. Образцы, искусственно приготовленные из глинистого грунта, предварительно промораживают при подтоке воды в промерзающий грунт, затем оттаивают. Число циклов промораживания-оттаивания должно быть не менее двух. Торцевые поверхности образцов должны быть плоскими и параллельными между собой [2]. Дальнейшие действия с образцами грунта нарушенного строения аналогичны таковым ненарушенного строения (см. выше).

4. Проведение испытаний в программе АСИС

4.1. Открыть программу АСИС 3.3 (GeotekASIS-3.3.1678 от 26.02.2014), выбрать вкладку «Морозное пучение (3 установки) СОМ 8» и в главном окне программы выбрать устройство, на котором будем проводить испытание (например, устройство Э-1383-1).



4.1.2 В открывшемся окне «Новое испытание» нажать кнопку «Настроить датчики».



4.1.3 В открывшемся окне настройки датчиков проверить, чтобы ни на одном из датчиков не было ошибки в работе канала.

Проверить начальные показания датчика «Нормальное давление». Они должны соответствовать природному давлению на глубине залегания образца, если иное не предусмотрено специальным заданием, даже если при этом значения давления будут в красной области (более 10 кПа). Регулировка давления в Устройстве производится регулятором прецизионным (винтом) (Рис. 9) в системе подготовки воздуха и регулирования давления.

Показания датчика «Вертикальная деформация» необходимо выставить в диапазон от 0 до 2 мм. Для этого на держателе датчика перемещения ослабить винт, фиксирующий датчик (Рис. 10), и, двигая датчик, выставить показания в требуемый диапазон. Затем зафиксировать датчик винтом.

Показания датчика "Температура верхней плиты", "Температура нижней плиты", должны показывать примерную температуру в холодильной камере на момент подготовки образца к испытанию. Показания датчика "Температура средней части образца" могут отличаться от комнатной температуры, этот датчик будет правильно отображать температуру при $0 \pm 3^\circ \text{C}$.

Закончить настройку датчиков	
Вертикальная нагрузка, кПа	6,923
Осевая деформация, мм	1,656
Температура средней части образца, °С	-1,042
Температура верхней плиты, °С	23,883
Температура нижней плиты, °С	23,563

4.1.4 После настройки датчиков нажать на экране кнопку «Закончить настройку датчиков» и в окне «Новое испытание \ Схема испытания» выставить необходимые значения температур, времени охлаждения и вертикальной нагрузки.

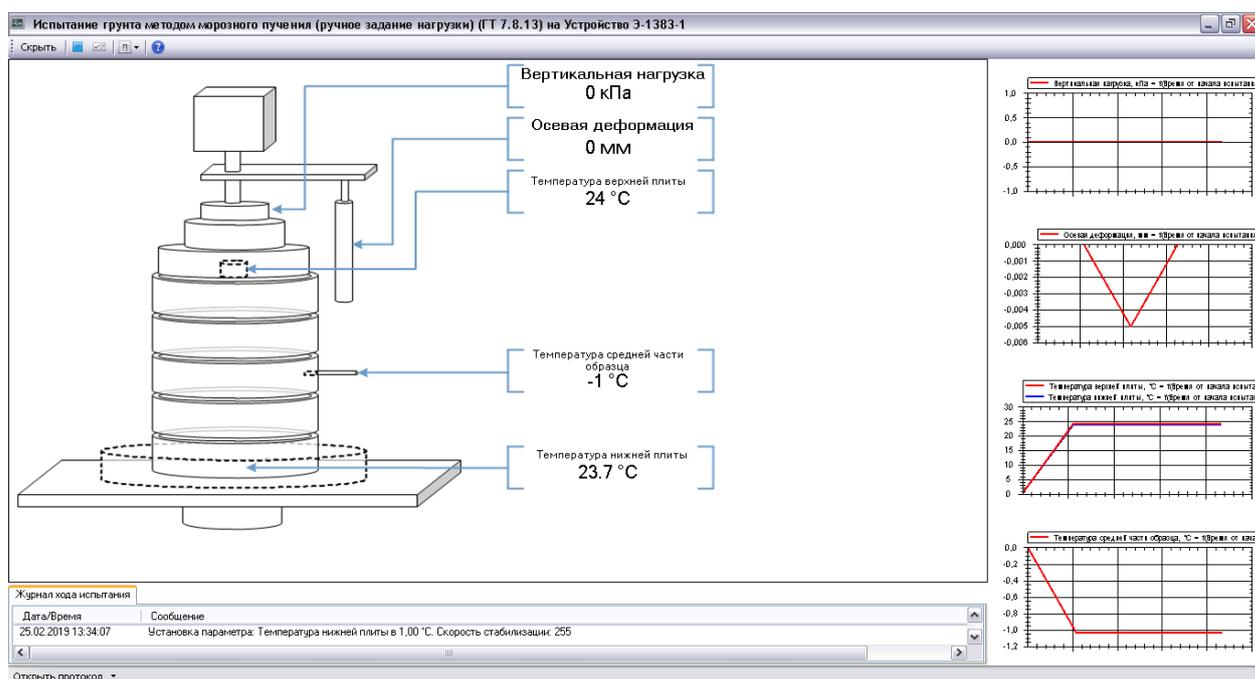
- "Температура в охлаждающей камере" - +1°С (по ГОСТ 28622).
- "Время охлаждения" - 24 часа (по ГОСТ 28622).
- "Температура на верхней плите" - -4°С (минус четыре) (по ГОСТ 28622).
- "Температура на нижней плите" - +2°С (по ГОСТ 28622-2012).
- "Вертикальная нагрузка" - бытовое давление на образец грунта, кПа.
- "Депрессия образца" – температура средней части образца (на глубине 100 мм от верхнего торца), при которой завершается испытание - +0,2°С.
- "Поправка к температуре образца" – 0,0°С.

Во вкладке «Скорости» все параметры выставлены по умолчанию, во вкладке «Кристаллизация» можно выставить любое значение, например, 30 мин., это время, в течение которого Устройство будет поддерживать минимальную температуру средней части образца («Депрессия образца») перед завершением испытания.

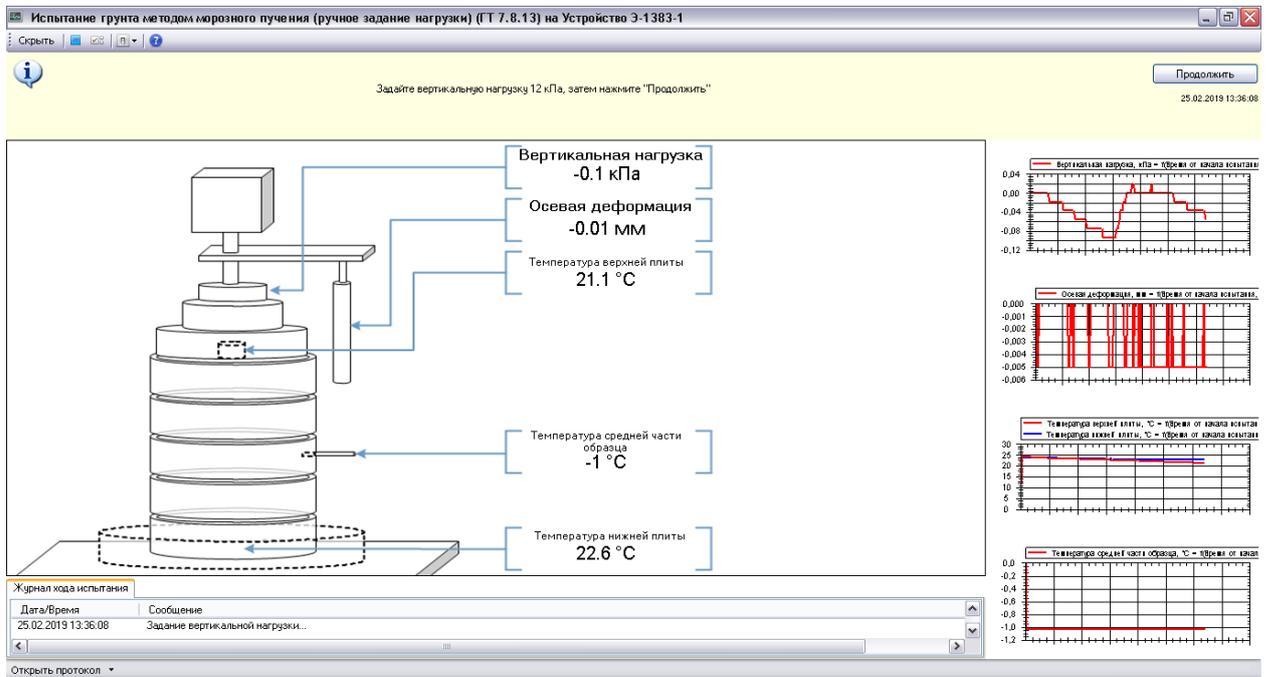
4.1.5 Справа во вкладке «Параметры образца» проверить и при необходимости задать размеры образца. Высота образца 150 мм, диаметр образца 100 мм.

4.1.6 В окне «Новое испытание» нажать кнопку «Старт» и запустить испытание – открывается окно испытания. Во время испытания следят за непрерывностью подтока воды к образцу грунта и температурой воды в поддоне.

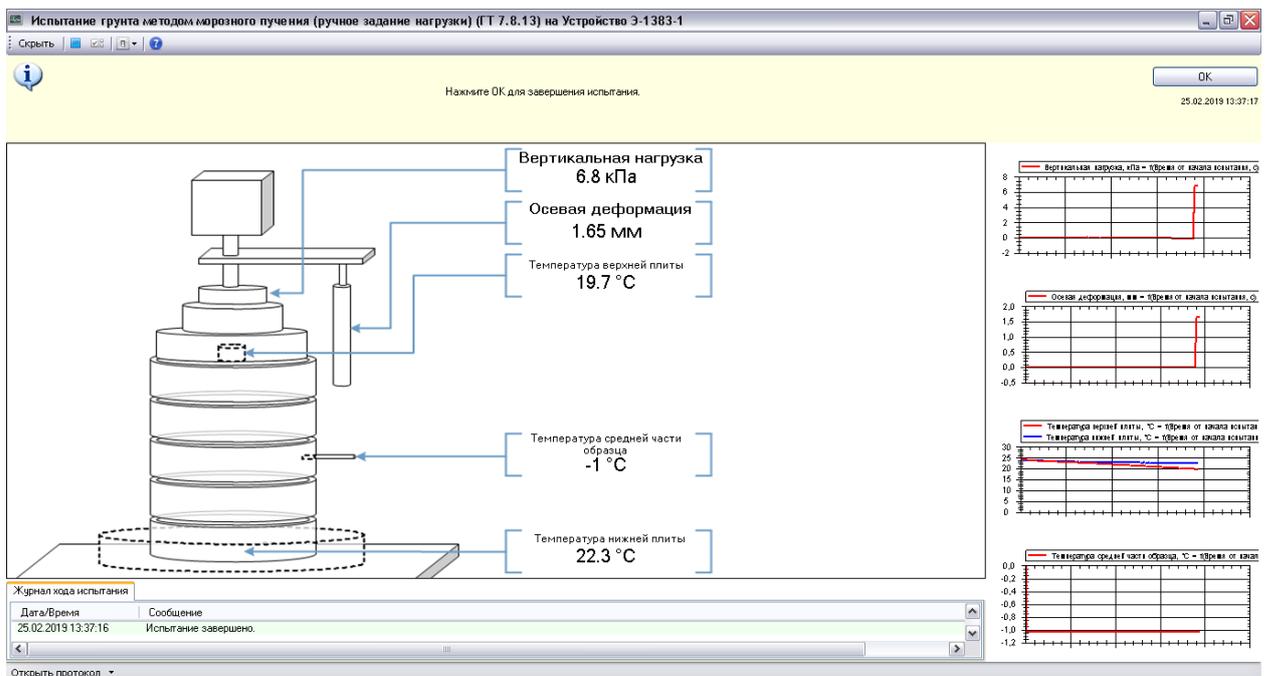
4.1.7 Далее в соответствии с заложенной в программу АСИС 3.3 схемой будет проводиться испытание. Чтобы выбрать и запустить другое испытание на другом устройстве в окне испытания в левом верхнем углу нажать кнопку «Скрыть». Если требуется прервать испытание, то в окне испытания в левом верхнем углу нажать кнопку остановить испытание (синий квадрат).



4.1.8 Как только закончится время охлаждения грунта (24 часа), в окне хода испытания появится запись "Задайте вертикальную нагрузку N кПа, затем нажмите "Продолжить"". Вертикальная нагрузка уже установлена во время настройки датчиков перед испытанием грунта, нажимаем "Продолжить".



Начнется промораживание образца грунта верхней термостатированной плитой, температура которой понизится до -4°C , температура нижней плиты должна быть $+2^{\circ}\text{C}$. Промораживание будет продолжаться до тех пор, пока температура средней части образца не достигнет заданной в схеме испытания ($+0,2^{\circ}\text{C}$). После этого промораживание прекратится, и в окне испытания появится надпись «Нажмите ОК для завершения испытания».



4.1.9 Не нажимая кнопку «ОК» в этом сообщении, необходимо записать данные вертикальной нагрузки и осевой деформации, затем в нижнем левом углу нажать кнопку «Открыть протокол». Для того чтобы пересохранить данные испытания, нажать «В проводнике» и данные сохранить в любую папку. Для того чтобы сразу провести расчет по данным испытания, нажать кнопку «В программе просмотра» и открывшиеся данные испытания скопировать в соответствующий excel шаблон.

4.1.10 В окне испытания в сообщении «Нажмите ОК для завершения испытания» нажать кнопку «ОК». Далее на этом устройстве можно проводить любое другое испытание.



5. Измерение глубины промерзшего слоя

После завершения испытания нужно отключить Устройство от электропитания (выключить тумблер на блоке питания), перекрыть кран на воздушном шланге и отключить его от устройства. Затем отсоединить от Устройства датчик температуры и датчик перемещения, ослабить винты

крепления верхней плиты к траверсам, и аккуратно снять с Устройства верхнюю плиту, придерживая пластиковую обойму с грунтом. Если верхняя плита примерзла к верхнему торцу образца грунта, нужно подождать 15-20 минут, и отсоединить ее от образца. Снять теплоизоляционный кожух с обоймы с образцом, поставить образец на специальную подставку и аккуратно снять с него все секции пластиковой обоймы. Сразу после этого нужно измерить фактическую толщину промерзшего слоя (Рис. 12) с точностью до 1 мм и, при необходимости, описывают его криогенную текстуру. Для этого образец мерзлого грунта помещают в специальный контейнер (Рис. 13), закрепляют винтами его верхнюю крышку и разрезают образец вдоль вертикальной оси (Рис. 12). Описание криогенной текстуры проводится согласно классификации и типу криогенных текстур [1].



Рис. 12. Измерение фактической толщины промерзшего слоя



Рис. 13. Контейнер для разрезания образца мерзлого грунта.

6. Обработка результатов

Относительную деформацию морозного пучения образца грунта ε_{fh} вычисляют с точностью 0,01 по формуле:

$$\varepsilon_{fh} = \frac{h_f}{d_i},$$

где h_f — вертикальная деформация образца грунта в конце испытания, мм;
 d_i — фактическая толщина промерзшего слоя образца грунта, мм [2]. По относительной деформации морозного пучения определяют степень пучинистости исследуемого грунта (Табл. 1). Результаты испытаний заносятся в журнал, форма которого приведена ниже.

Объект _____

Номер выработки _____

Глубина отбора образца _____ Дата отбора _____

Лабораторный номер образца _____

Наименование грунта _____

Строение грунта _____

Условия проведения испытаний _____

Диаметр образца d _____ Высота образца h _____

Площадь образца A _____

Плотность образца _____ Влажность образца _____

Дата испытания	Время отсчета, ч	Вертикальная нагрузка		Вертикальная деформация пучения h_f , мм	Толщина промерзшего слоя d_i , мм	Относительная деформация пучения ε_{fh} , доли единицы	Степень пучинистости
		Нагрузка на рычаг F , МН, или показание динамометра	Давление в образце F/A , МПа				
1	2	3	4	5	6	7	8

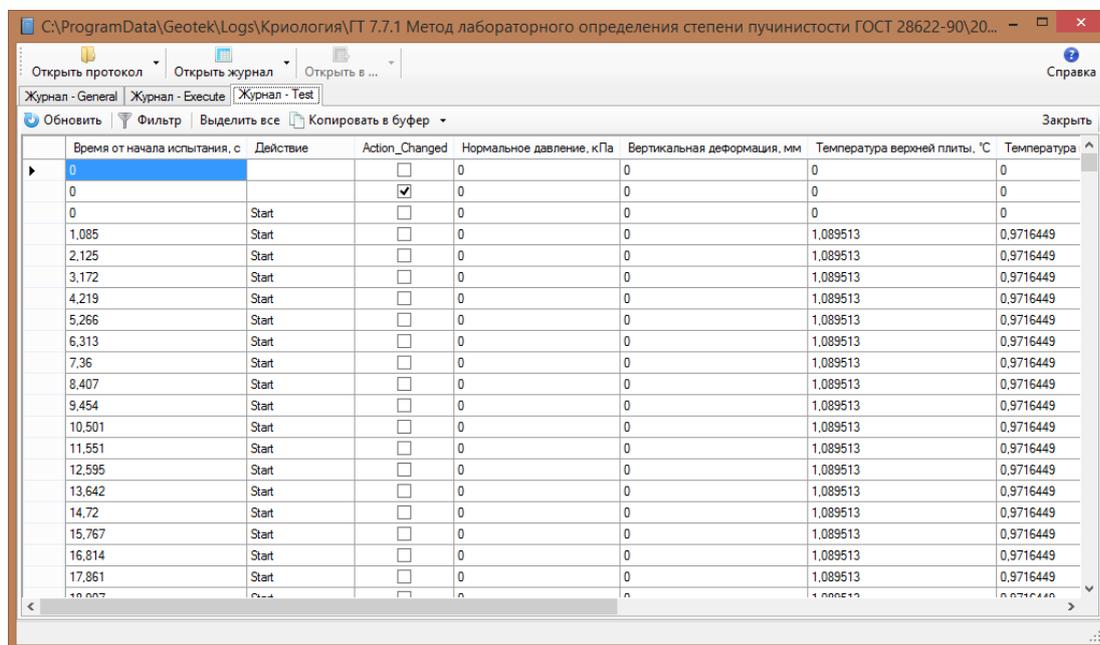
n – отношение плеч рычага.

Руководитель лаборатории _____
подпись, фамилия, инициалы

Ответственный исполнитель _____
должность, подпись, фамилия, инициалы

6.1. Обработка результатов испытания в программе АСИС

6.1.1. Выбрать по завершению испытания «В программе просмотра» чтобы данные испытания открылись в программе АСИС просмотр протоколов.



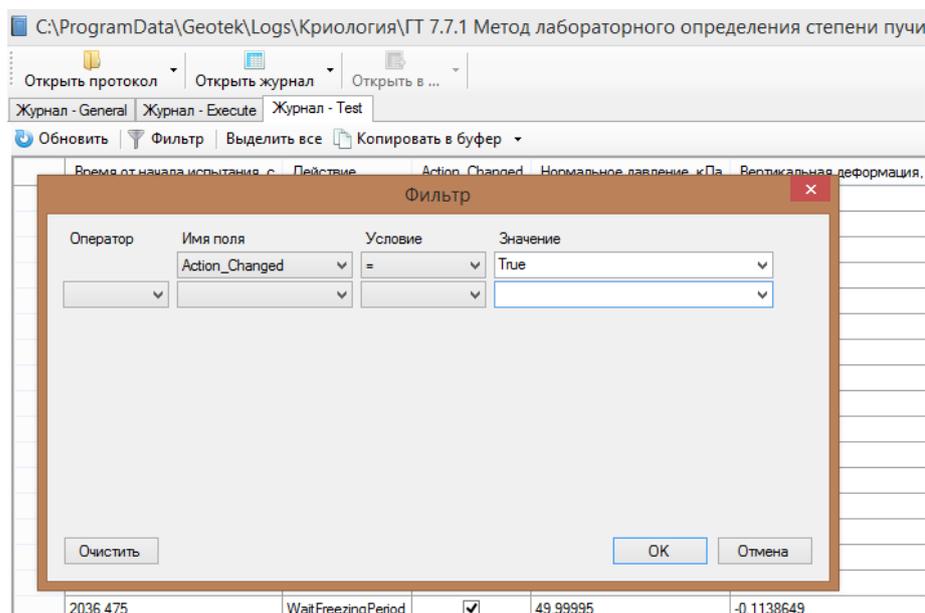
Время от начала испытания, с	Действие	Action_Changed	Нормальное давление, кПа	Вертикальная деформация, мм	Температура верхней плиты, °C	Температура
0		<input type="checkbox"/>	0	0	0	0
0		<input checked="" type="checkbox"/>	0	0	0	0
0	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0
1.085	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
2.125	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
3.172	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
4.219	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
5.266	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
6.313	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
7.36	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
8.407	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
9.454	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
10.501	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
11.551	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
12.595	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
13.642	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
14.72	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
15.767	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
16.814	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
17.861	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449
18.907	Start	<input type="checkbox"/>	0	0	1.089513	0.9716449

6.1.2. Нажать кнопку "Фильтр" и в отрывшемся окне задать выбирая из списка:

Имя поля - Action_Changed.

Условие - =.

Значение - True.



6.1.3. В окне "Фильтр" нажать кнопку ОК и в программе просмотра протокола данные испытания отобразятся с учетом заданного фильтра.

Время от начала испытания, с	Действие	Action_Changed	Нормальное давление, кПа	Вертикальная деформация, мм	Температура верхней плиты, °С	Температура низа
0		<input checked="" type="checkbox"/>	0	0	0	0
218,2	Start	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0	1,089513	0,9716449
236,663	LoadStage	<input checked="" type="checkbox"/>	49,17884	0	1,089513	0,9716449
236,663	SetTemperature	<input checked="" type="checkbox"/>	49,17884	0	1,089513	0,9716449
247,122	Wait	<input checked="" type="checkbox"/>	49,94106	0	1,089241	0,9716449
247,122	SetTemperature	<input checked="" type="checkbox"/>	49,94106	0	1,089241	0,9716449
2036,475	WaitFreezingPeriod	<input checked="" type="checkbox"/>	49,99995	-0,1138649	-0,7624551	1,042429

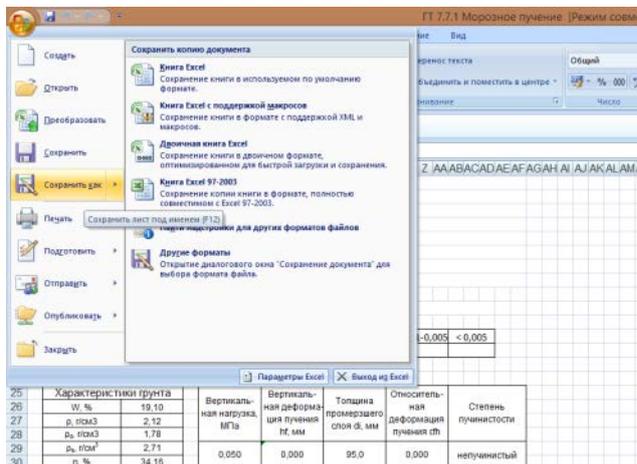
6.1.4. В окне программы АСИС просмотр протоколов нажать кнопку "Выделить все", а затем "Копировать в буфер".

6.1.5. Открыть Excel шаблон отчета для определения степени морозного пучения - "ГТ 7.8.13 Морозное пучение (КГИ).xls".

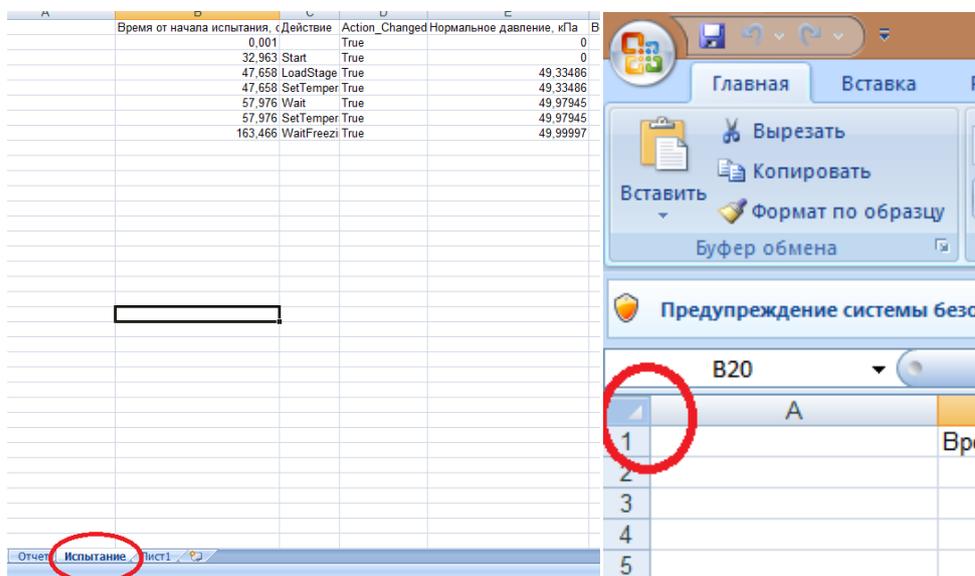
Суммарный зерновой состав в %, размер частиц в мм							
>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05
						0,05-0,01	0,01-0,005
							<0,005

Характеристики грунта		Вертикальная нагрузка, МПа	Вертикальная деформация пучения, мм	Толщина промерзшего слоя d, мм	Относительная деформация пучения d _п	Степень пучинистости
W, %	19,10					
p, Пас	2,12					
d _п , Пас	1,78					
d _п , Пас	2,71					
п, %	34,16					
е, д.е.	0,52					
St, д.е.	1,00					
γ, д.е.	8,80					
γ _д , д.е.	0,34					
ω _п , %						
W _п , %	19,10					
W _р , %	19,10					

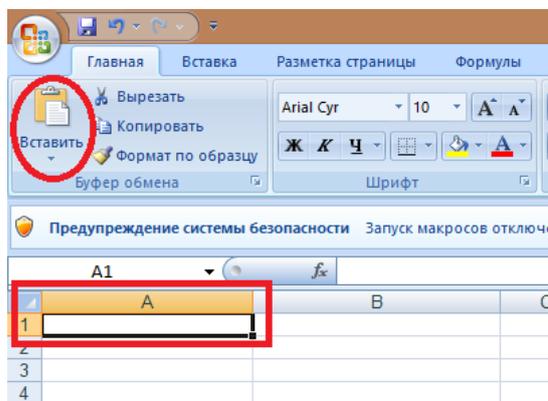
6.1.6. Выбрать "Сохранить как" и шаблон отчета пересохранить в требуемую папку с нужным именем файла (например, папка - название объекта, имя файла - номер образца).



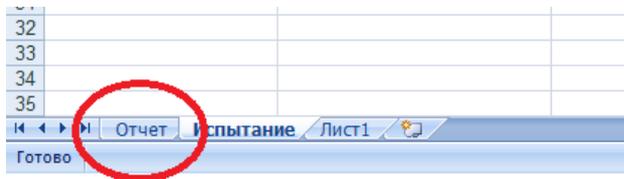
6.1.7. Открыть лист "Испытание" и в верхнем левом углу нажать галочку для того чтобы выделить все данные на листе.



6.1.8. На клавиатуре нажать кнопку "Delete". На листе "Испытание" выбрать ячейку "A1" и сверху на панели нажать кнопку "Вставить".



6.1.9. Открыть лист "Отчет".



6.1.10. В excel шаблон в лист "Отчет" в таблицу внести измеренное значение "Толщина промерзшего слоя d_i , мм". Заполнить физическими свойствами грунта таблицу "Характеристики грунта" и "Суммарный зерновой состав в %, размер частиц, мм". Сверху в шаблоне занести данные по объекту и образцу грунта.

Нажать кнопку сохранить  и при необходимости распечатать отчет.

> 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	< 0,005

Характеристики грунта		Вертикальная нагрузка, МПа	Вертикальная деформация h_f , мм	Толщина промерзшего слоя d_i , мм	Относительная деформация ϵ_{fh}	Степень пучинистости
W, %	19,10					
ρ , г/см ³	2,12					
ρ_s , г/см ³	1,78					
ρ_w , г/см ³	2,71					
n, %	34,16					
e, д.е.	0,52					
Sr, д.е.	1,00					
γ_s , д.е.	8,80					
γ_w , д.е.	0,34					
γ_m , %	-					
W _L , %	19,10					
W _p , %	19,10					

Список использованной литературы

1. Муравьев Ф.А. Физические свойства и криогенные текстуры мерзлых дисперсных грунтов: пособие к лабораторным занятиям по курсу «Геокриология». – Казань: Казанский государственный университет, 2008. – 36 с.
2. ГОСТ 28622-2012 «Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости».
3. Трехпозиционная установка испытания образцов грунта методом лабораторного определения степени пучинистости, ГОСТ 28622-2012. Руководство по эксплуатации (РЭ); Пенза, 2014 г
4. ГОСТ 12071 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов»
5. ГОСТ 5180 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик»