

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ **программного обеспечения «К-Лаб.Про»**

(инструкция по установке и эксплуатации)

Версия 1.4 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Описание программного обеспечения
 - 1.1. Назначение программного обеспечения
 - 1.2. Состав программного обеспечения
 - 1.3. Системные требования
 - 1.4. Порядок установки программного обеспечения
 - 1.5. Регистрация программного обеспечения
 - 1.6. Порядок начала работы
 2. Интерфейс программы
 - 2.1. Главное окно и структура меню
 - 2.2. Виртуальный помощник
 - 2.3. Роли рабочих мест
 3. Подготовка к работе
 - 3.1. Окно «Настройки системы»
 - 3.1.1. Вкладка «Параметры устройства»
 - 3.1.2. Вкладка «Параметры испытаний»
 - 3.1.3. Вкладка «Подключение»
 - 3.1.4. Вкладка «Сетевая библиотека»
 - 3.1.5. Вкладка «Прочее»
 - 3.1.6. Сервисный режим
 - 3.2. Режим симуляции
 - 3.3. Библиотека испытаний
 4. Проведение испытаний
 - 4.1. Общий порядок проведения испытания
 - 4.2. Трёхосное сжатие
 - 4.3. Одноплоскостной срез
 - 4.4. Компрессионное сжатие
 - 4.5. Испытания мерзлых грунтов
 - 4.6. Шаблоны испытаний
 5. Обработка результатов испытаний
 - 5.1. Запуск обработки
 - 5.2. Методические поправки
 - 5.3. Расчёт характеристик
 - 5.4. Контроль качества данных
 6. Формирование протоколов
 7. Сервисные функции
 8. Техническая поддержка
- Приложение А. Пример протокола испытания

1. Описание программного обеспечения

1.1. Назначение программного обеспечения

Программное обеспечение «К-Лаб.Про» предназначено для автоматизации лабораторных испытаний грунтов. Программа управляет лабораторным испытательным оборудованием, регистрирует ход испытания, выполняет камеральную обработку результатов и формирует протоколы испытаний в соответствии с действующими национальными стандартами.

Программа поддерживает следующие виды испытаний: трёхосное сжатие (ГОСТ 12248.3-2020), одноплоскостной срез (ГОСТ 12248.1-2020), компрессионное сжатие (ГОСТ 12248.4-2020), компрессионное сжатие мерзлых грунтов (ГОСТ 12248.10-2020), определение характеристик просадочности (ГОСТ 23161-2012), определение динамических свойств дисперсных грунтов (ГОСТ Р 56353-2022).

1.2. Состав программного обеспечения

Программное обеспечение поставляется единым установочным пакетом и включает:

- исполняемый модуль программы;
- библиотеки времени выполнения, необходимые для работы программы;
- встроенные подсказки по подготовке прибора и виртуального помощника;
- справочник поддерживаемого лабораторного оборудования;
- шаблоны протоколов испытаний.

Установка стороннего программного обеспечения для работы программы не требуется. Для экспорта протоколов в формат Office Open XML (.docx) дополнительно требуется установленный на компьютере интерпретатор Python 3; остальной функционал программы, включая экспорт в формат PDF, доступен без него.

1.3. Системные требования

Параметр	Минимальное значение
Операционная система	Microsoft Windows 10 или Windows 11, архитектура x64
Процессор	x86-64, 2 ядра
Оперативная память	4 ГБ
Свободное место на диске	1 ГБ
Разрешение экрана	1600 × 900
Интерфейс подключения прибора	последовательный порт (RS-485 через преобразователь USB)
Подключение к сети «Интернет»	не требуется

1.4. Порядок установки программного обеспечения

1. Получить установочный файл программы у правообладателя или скачать его по ссылке, предоставленной вместе с лицензией.
2. Запустить установочный файл. При запросе системы контроля учётных записей подтвердить запуск.
3. В окне программы установки выбрать язык установки — русский.
4. Указать каталог установки. По умолчанию программа устанавливается в каталог «C:\Program Files\К-Лаб.Про».
5. Выбрать роль рабочего места — «Испытатель» или «Геолог». Роль определяет состав доступных функций (см. раздел 2.3) и может быть изменена после установки в настройках программы.
6. При необходимости отметить создание ярлыка на рабочем столе.
7. Нажать «Установить» и дождаться завершения установки.

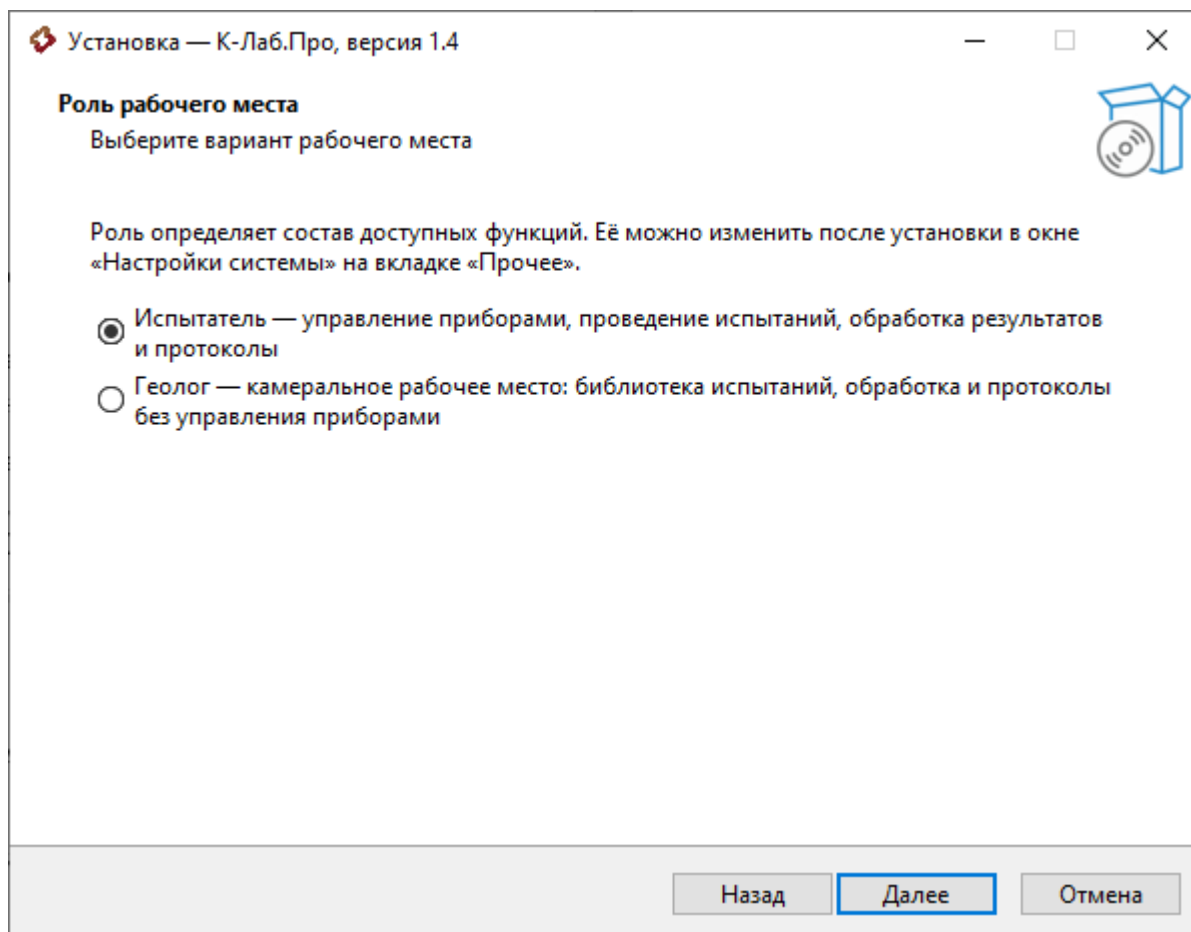


Рисунок 1 — программа установки, выбор роли рабочего места

Для удаления программы используется стандартное средство удаления программ операционной системы либо файл удаления в каталоге установки. При удалении программы база данных испытаний и сформированные протоколы не удаляются.

1.5. Регистрация программного обеспечения

При первом запуске программа открывает окно регистрации и отображает идентификатор оборудования рабочего места (Hard ID).

1. Ввести в поле окна регистрации лицензионный ключ, переданный правообладателем вместе с лабораторным оборудованием.
2. Если ключ не передавался или компьютер рабочего места был заменён — скопировать идентификатор оборудования из окна регистрации, направить его правообладателю и получить новый ключ.
3. Нажать кнопку подтверждения. При корректном ключе программа сохранит регистрацию и продолжит запуск; повторный ввод ключа при последующих запусках не требуется.

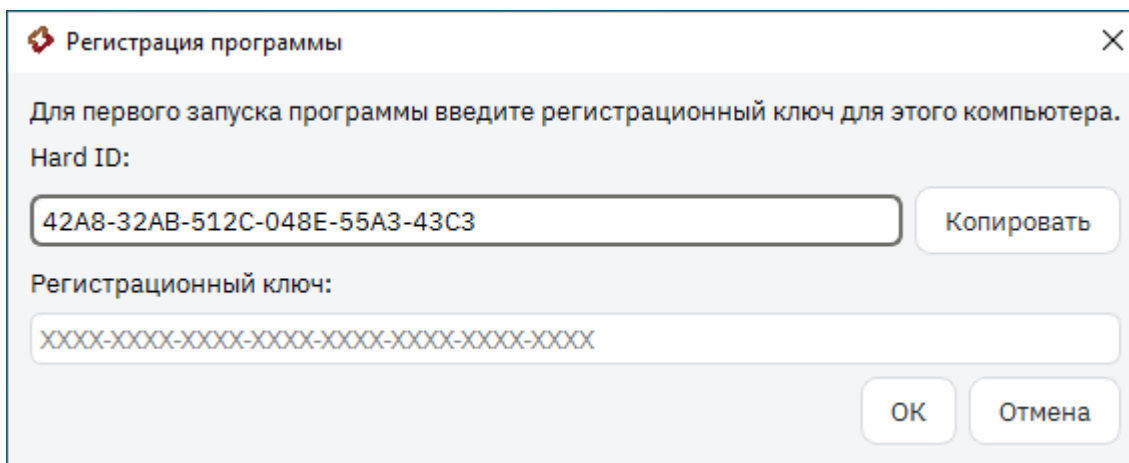


Рисунок 2 — окно регистрации программы с идентификатором оборудования

Лицензионный ключ действует бессрочно и привязан к оборудованию конкретного рабочего места. При замене компьютера или существенном изменении его конфигурации необходимо получить новый ключ у правообладателя.

Подключение к сети «Интернет» для регистрации не требуется.

1.6. Порядок начала работы

Программа запускается ярлыком «К-Лаб.Про» из меню «Пуск» или с рабочего стола. Рекомендуемая последовательность действий при первом использовании:

1. указать расположение библиотеки испытаний — программа запросит его при первом запуске (раздел 3.3);
2. выполнить настройку параметров подключённого прибора (раздел 3.1);
3. при отсутствии прибора включить режим симуляции для ознакомления с программой (раздел 3.2);
4. создать в библиотеке испытаний объект, скважину, монолит и образец (раздел 3.3);

5. создать и провести испытание (раздел 4);
6. выполнить обработку результатов (раздел 5) и сформировать протокол (раздел 6).

2. Интерфейс программы

2.1. Главное окно и структура меню

После запуска программы открывается главное окно с разделом «Диспетчер устройств». В нём отображаются все настроенные приборы лаборатории в виде плиток: наименование и номер прибора, текущее состояние, дата поверки и кнопка запуска испытания.

Над списком приборов расположены: фильтры по состоянию («Все», «Готовы», «В работе», «Проблемы»), строка поиска по названию или номеру прибора, переключатель вида отображения («Плитки» / «Список») и выбор сортировки. Ниже выводится сводка по состояниям приборов.

Кнопка вызова главного меню расположена в левом верхнем углу окна.

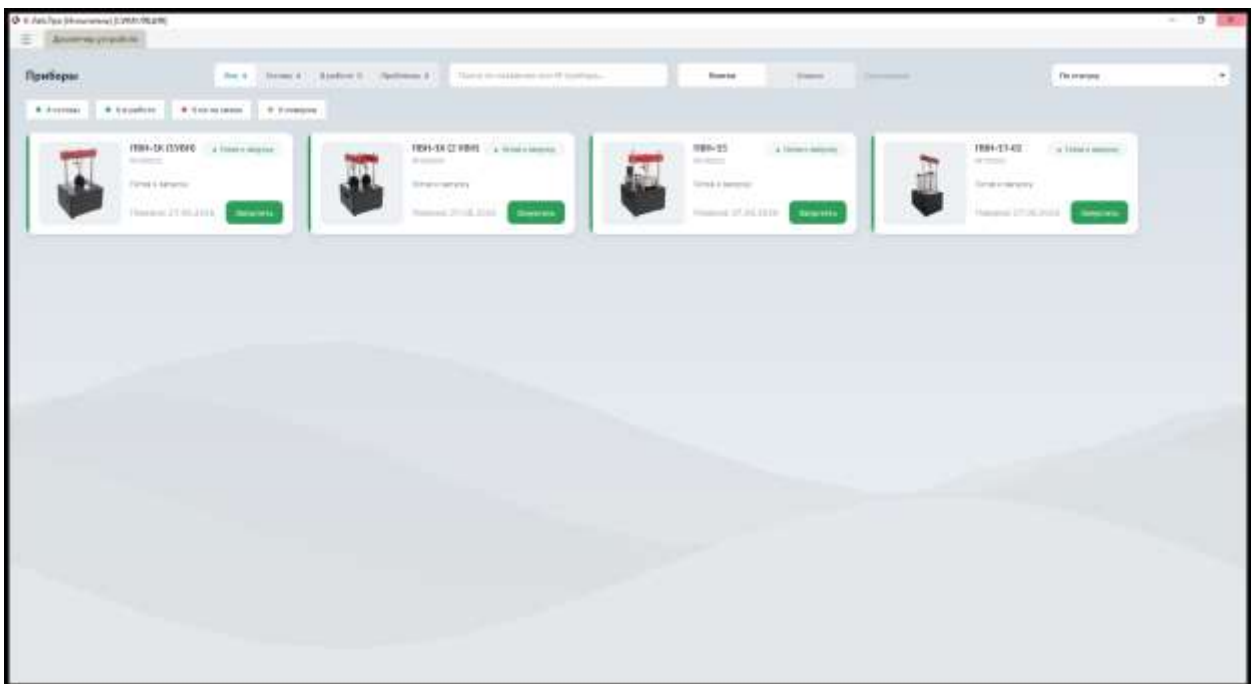


Рисунок 3 — главное окно программы, раздел «Диспетчер устройств»

Главное меню содержит следующие пункты:

Пункт меню	Состав и назначение
Файл	Библиотека испытаний; Журнал испытаний; подменю «Шаблоны испытаний» (Открыть, Сохранить, Сохранить как, Очистить); Выход
Прибор	Ручное управление; Монитор шины (Minibus) — только при включённом сервисном режиме
Система	Обновить диспетчер устройств; Настройки

Справка	Пересчёт величин; Редактировать стили оформления; Копировать log; О программе
---------	---

2.2. Виртуальный помощник

В правом нижнем углу окна размещается панель виртуального помощника. Помощник подсказывает очередной шаг работы: как настроить библиотеку испытаний, как задать параметры и запустить испытание, на что обратить внимание в текущем режиме работы. Панель разворачивается и сворачивается одной кнопкой и не мешает основной работе.

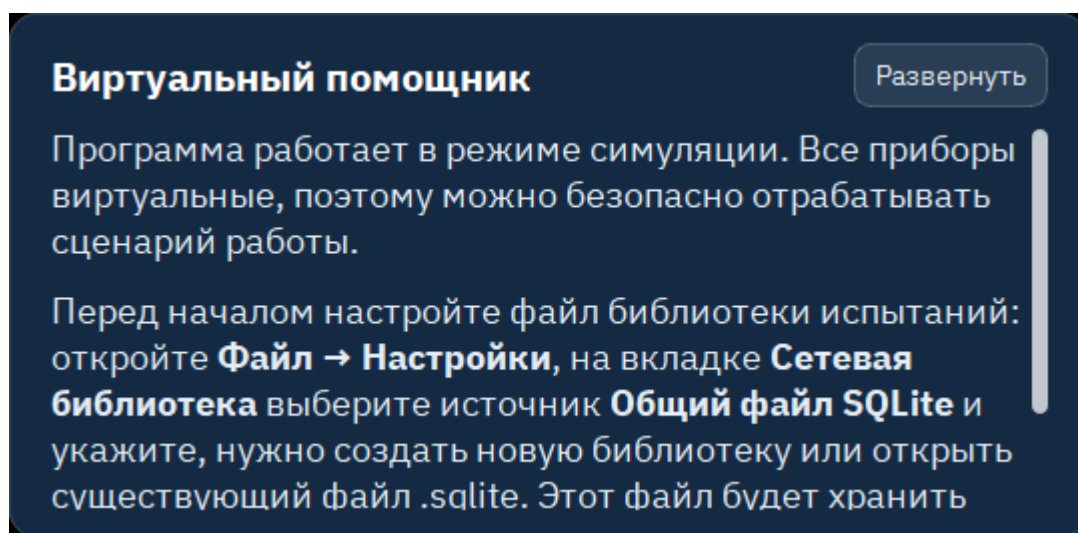


Рисунок 4 — панель виртуального помощника

2.3. Роли рабочих мест

Программа поддерживает два варианта рабочего места. Вариант выбирается при установке программы и определяет состав доступных функций:

- Испытатель — рабочее место оператора испытаний. Доступен полный функционал: управление приборами, проведение испытаний, библиотека испытаний, обработка результатов, формирование протоколов, журнал испытаний и настройки;
- Геолог — камеральное рабочее место. Доступны библиотека испытаний, просмотр и импорт записей, обработка результатов и формирование протоколов; функции управления приборами на таком рабочем месте не отображаются.

Выбранная роль выводится в заголовке главного окна — например, «К-Лаб.Про [Испытатель]». Изменить роль можно после установки в окне «Настройки системы» на вкладке «Прочее».

3. Подготовка к работе

3.1. Окно «Настройки системы»

Настройки открываются пунктом меню «Система» → «Настройки». Состав вкладок окна «Настройки системы» не постоянен: он зависит от роли рабочего места и от того, включён ли сервисный режим.

На рабочем месте испытателя в обычной работе доступны четыре вкладки:

- «Параметры устройства» — в сокращённом виде: выбор прибора и группа «Оснастка» (тип оснастки, диаметр и вес штока). Оснастку меняют при каждой переустановке образца, поэтому она доступна без ограничений, а наладка узлов прибора скрыта;
- «Подключение» — последовательные порты приборов и параметры восстановления связи;
- «Сетевая библиотека» — расположение библиотеки испытаний;
- «Прочее» — роль рабочего места, виртуальный помощник, режим симуляции и включение сервисного режима.

При включённом сервисном режиме к ним добавляется вкладка «Параметры испытаний», а на остальных вкладках открываются наладочные поля (раздел 3.1.6).

На рабочем месте геолога вкладки «Параметры устройства» и «Подключение» не выводятся: приборами это рабочее место не управляет. Остаются «Сетевая библиотека» и «Прочее».

Кнопка «Применить» сохраняет изменения, не закрывая окно, «ОК» — сохраняет и закрывает, «Отмена» закрывает окно без сохранения. Переключение сервисного режима и режима симуляции сохраняется сразу, в момент переключения, и кнопкой «Отмена» не отменяется.

3.1.1. Вкладка «Параметры устройства»

Вкладка описывает подключённый прибор. Вне сервисного режима на ней доступны выбор прибора и группа «Оснастка»; наладка узлов открывается только в сервисном режиме (раздел 3.1.6). Все поля вкладки относятся к прибору, выбранному в верхнем списке, и хранятся для каждого прибора отдельно.

- «Оснастка» — тип оснастки («Камера тип А», «Камера тип Б» или «Одометр»), диаметр и вес штока. Оснастку меняют при переустановке образца, поэтому группа доступна без сервисного режима;
- «Силовая рама» и «Сдвиговая каретка (вторая силовая рама)» — редуктор, ход на шаг двигателя, максимальная скорость в мм/мин, максимальная нагрузка в ньютонах, рабочий ход в миллиметрах и обратное направление вращения шагового двигателя;
- назначение каналов измерения и управления для этих узлов — датчик усилия, датчик деформации, шаговый двигатель и контроллер привода;
- параметры регулирования — коэффициент скорости подводки, скорость прохождения зазора и сглаживание показаний датчиков (скорость реакции фильтра и допустимый разброс);

- поправки — усилие касания образца, поправочный коэффициент линейной деформации и коэффициенты влияния бокового расширения образца по схемам НН, КН и КД;
- «Волюметр 1 — камерное давление» и «Волюметр 2 — поровое давление» — редуктор, ход на шаг двигателя, максимальная скорость, максимальное давление в паскалях, рабочий ход, обратное направление вращения, коэффициент мультипликатора давления и коэффициент скорости выхода на уставку.

Группы «Силовая рама», «Сдвиговая каретка», «Волюметр 1» и «Волюметр 2», а также период опроса порта видны только при включённом сервисном режиме.

Рисунок 5 — окно «Настройки системы», вкладка «Параметры устройства»

3.1.2. Вкладка «Параметры испытаний»

Вкладка доступна только при включённом сервисном режиме (раздел 3.1.6). На ней задаются параметры, общие для всех проводимых испытаний.

- Группа «Общие настройки испытаний». «Пересчитывать геометрию образца по объёмной деформации при консолидации» — высота и диаметр образца пересчитываются по объёмной деформации, полученной на стадии консолидации; от этой высоты далее считается относительная деформация;

- «Писать показания всех датчиков на девиаторном этапе (отладка)» — расширенная запись показаний. Кратно увеличивает объём файла испытания, нужна при разборе поведения прибора и в обычной работе лаборатории не требуется;
- Группа «Кинематическое нагружение». «Минимальный шаг записи по деформации, мм» — точка записывается, когда деформация изменилась на эту величину относительно предыдущей записанной. Это шаг по деформации, а не период по времени: пока образец неподвижен, точки не накапливаются;
- Группа «Критерий завершения». «Подряд идущих точек для подтверждения критерия» — сколько последовательных измерений должны удовлетворять условию завершения стадии. При первой же точке вне критерия счётчик обнуляется, что защищает от единичного выброса.

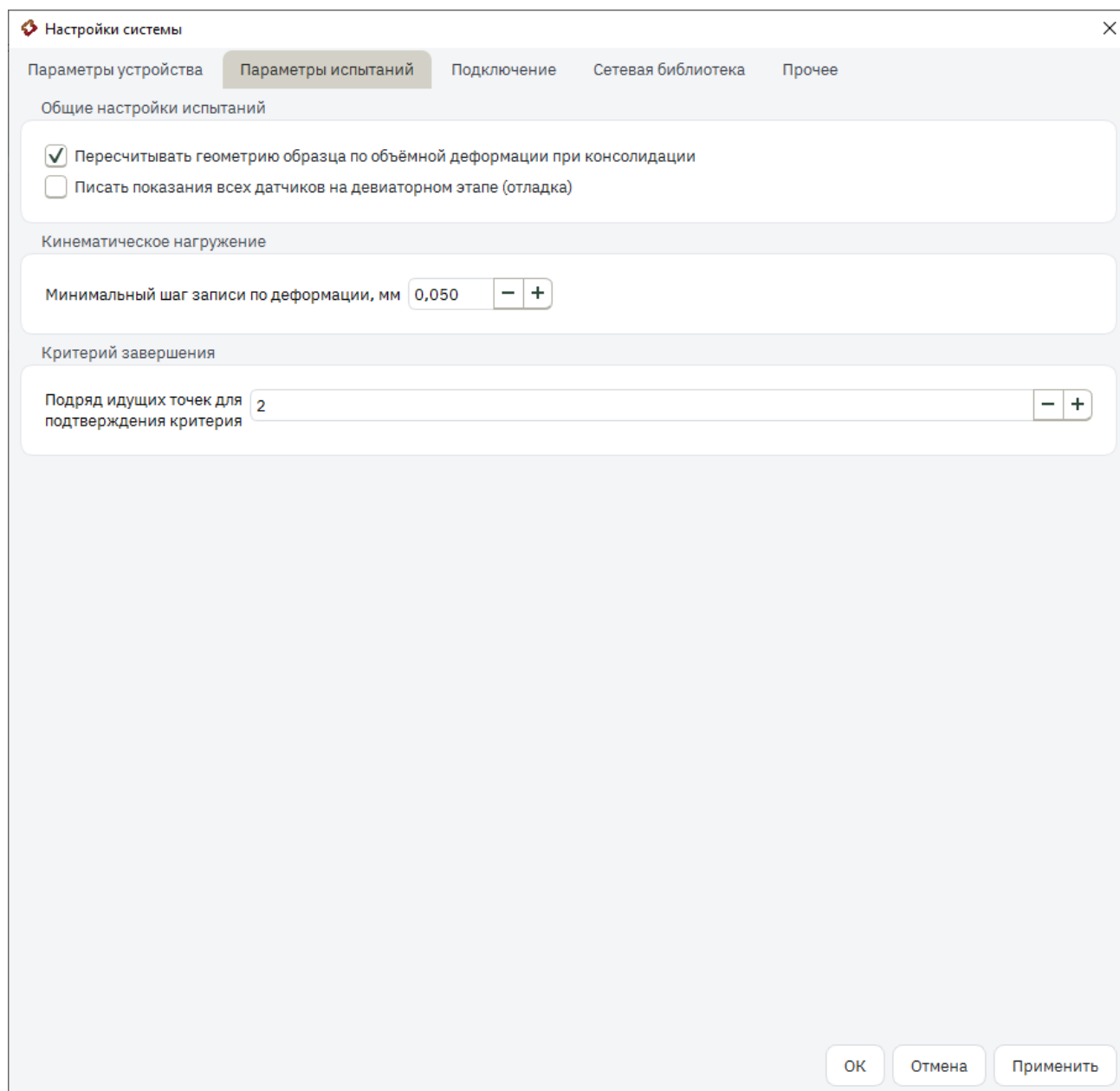


Рисунок 6 — окно «Настройки системы», вкладка «Параметры испытаний»

3.1.3. Вкладка «Подключение»

Вкладка задаёт связь с приборами. Вне сервисного режима на ней доступен только выбор последовательных портов, к которым подключены приборы.

В сервисном режиме дополнительно открываются период опроса и таймаут в миллисекундах, допустимое число таймаутов подряд, запрет постановки в очередь повторяющихся запросов на чтение параметров, а также группа «Параметры восстановления прибора»: автоматическое продолжение испытания после восстановления связи и время простоя, по истечении которого выполняется восстановление.

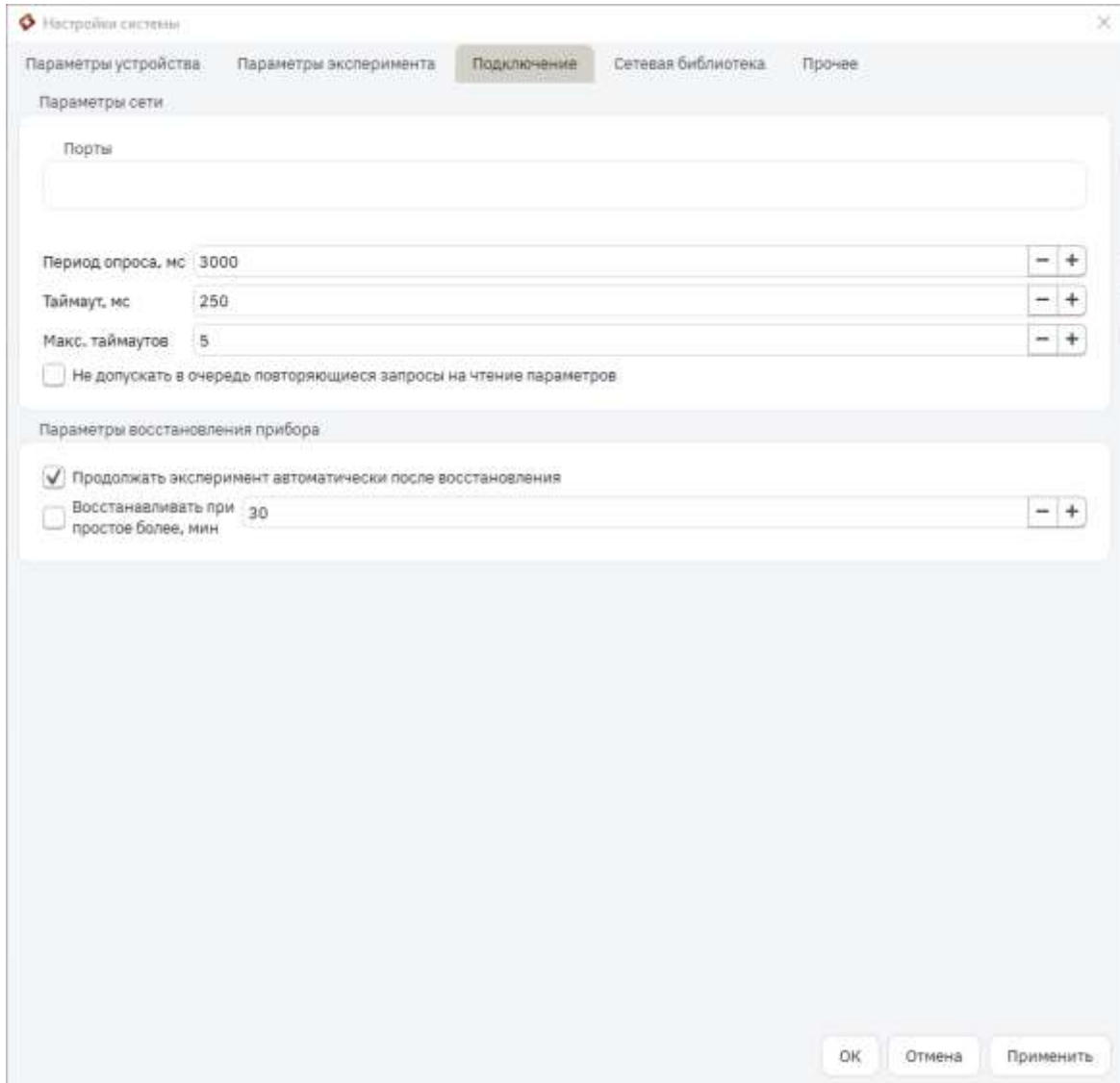


Рисунок 7 — окно «Настройки системы», вкладка «Подключение»

3.1.4. Вкладка «Сетевая библиотека»

Определяет, где хранится библиотека испытаний. Поддерживаются общий файл SQLite и сетевая база данных PostgreSQL. Для общего файла указывается, создать новую библиотеку или открыть существующий файл с расширением «.sqlite». Для PostgreSQL задаются параметры подключения к серверу с возможностью их проверки.

Настройку библиотеки следует выполнить до начала работы: именно в ней сохраняются все объекты, образцы, записи испытаний и результаты обработки.

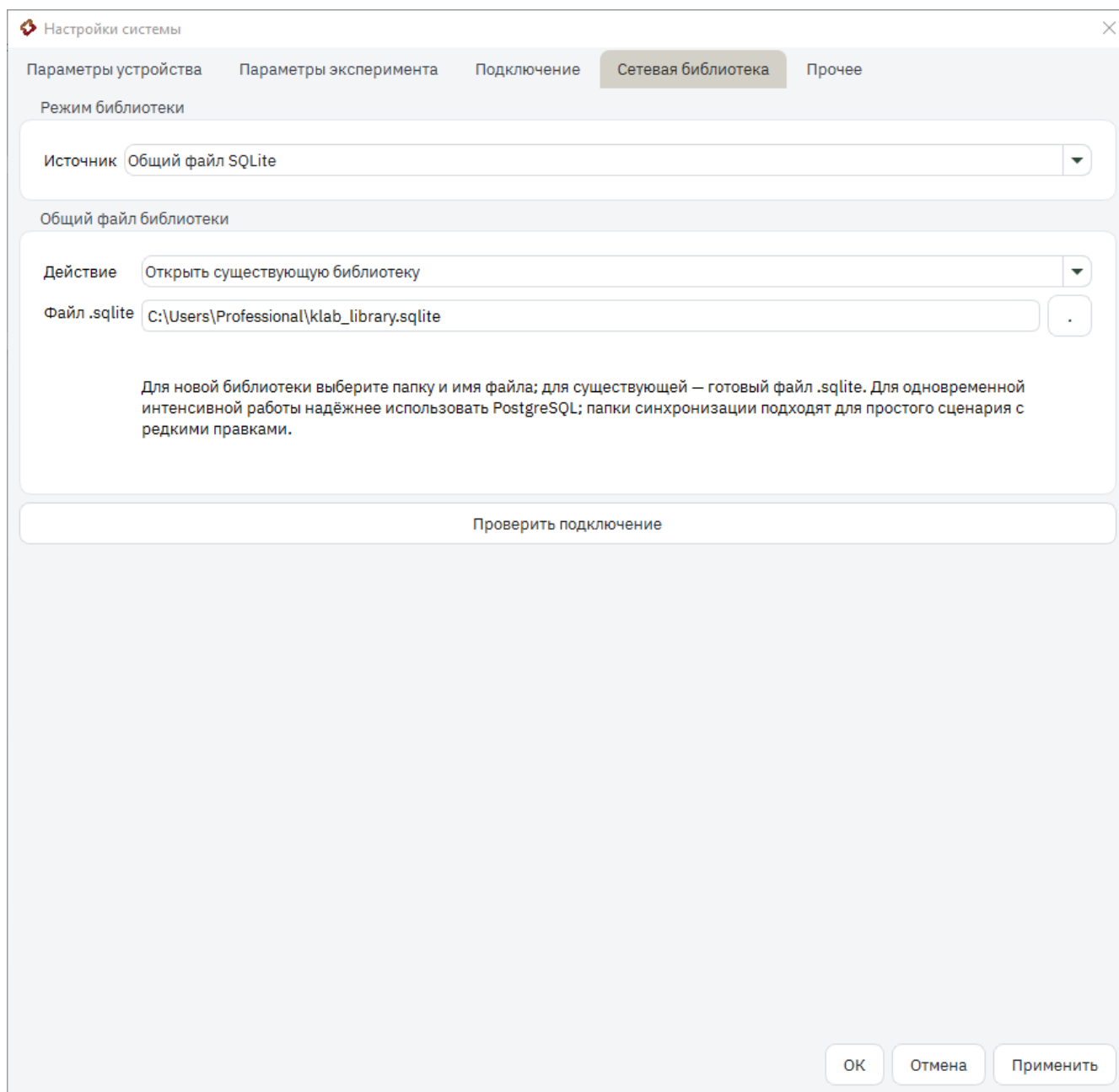


Рисунок 8 — окно «Настройки системы», вкладка «Сетевая библиотека»

3.1.5. Вкладка «Прочее»

Вкладка собирает настройки рабочего места:

- «Роль приложения» — вариант рабочего места, «Испытатель» или «Геолог» (раздел 2.3);
- «Сервисный режим» — включение наладочного режима по паролю правообладателя (раздел 3.1.6);
- «Режим симуляции устройств» — работа без подключения приборов (раздел 3.2);
- «Включить виртуального помощника» — панель подсказок в главном окне (раздел 2.2);

- «Включить диагностическое логирование USR-DR164» и «Папка логов USR-DR164» — запись диагностики преобразователя интерфейса, применяется при разборе проблем связи.

Только при включённом сервисном режиме на вкладке выводятся «Включить подсказки», «Сохранять дампы modbus», «Включить помощь для настройки фильтров», а также пороги реагирования регулятора по давлению и по силе. На рабочем месте геолога переключатели сервисного режима и режима симуляции не выводятся.

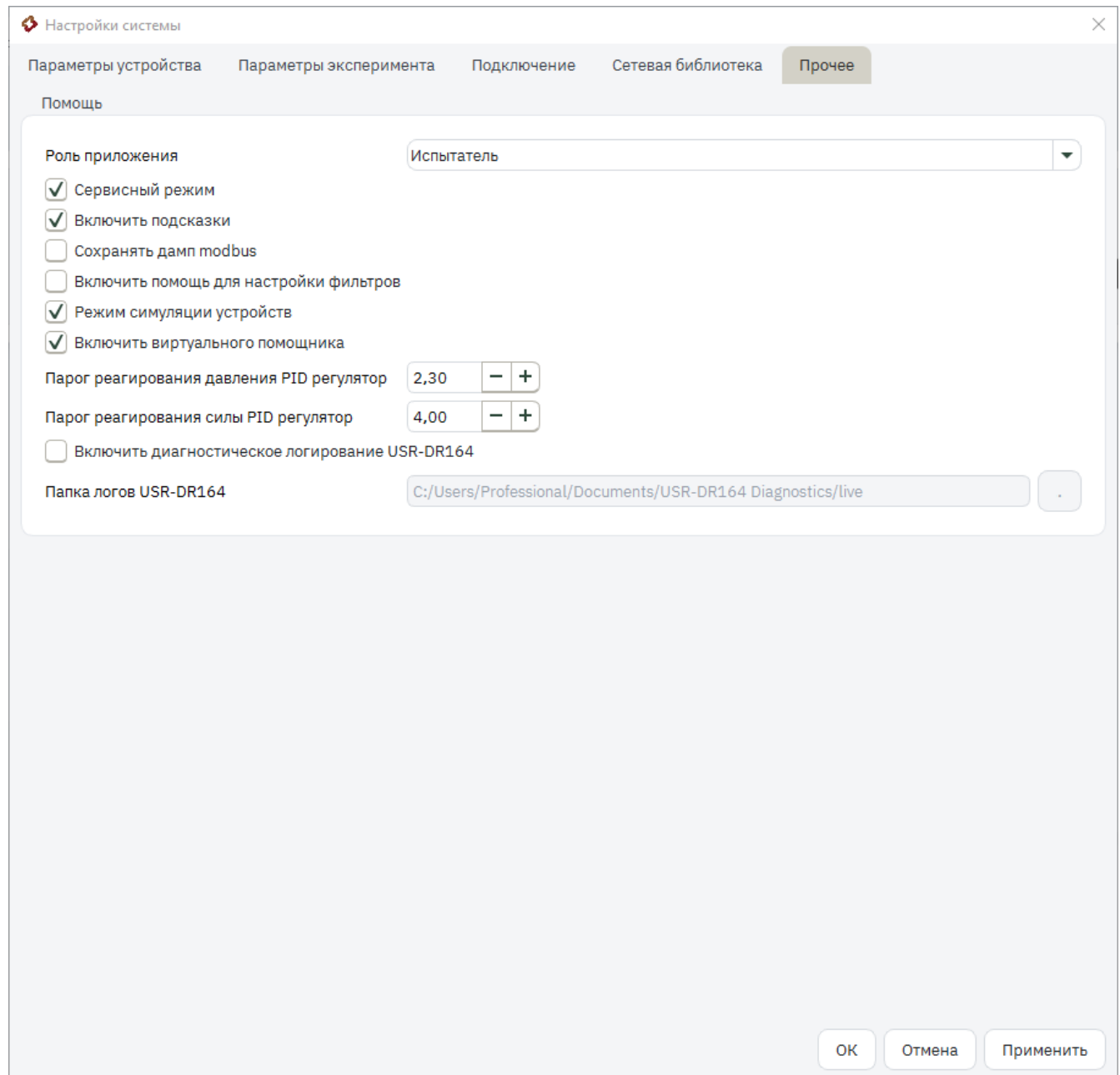


Рисунок 9 — окно «Настройки системы», вкладка «Прочее»

3.1.6. Сервисный режим

Сервисный режим предназначен для наладки прибора и разбора нештатных ситуаций. В обычной работе лаборатории он не используется: настройки, которые он открывает, задаются при вводе прибора в эксплуатацию и в дальнейшем не меняются.

Режим включается на вкладке «Прочее» переключателем «Сервисный режим» и требует пароля, который передаётся правообладателем вместе с оборудованием. Состояние режима сохраняется между запусками программы, а в заголовке главного окна появляется отметка о включённом режиме. Выключается режим тем же переключателем, пароль при этом не запрашивается. На рабочем месте геолога переключатель не выводится.

При включённом сервисном режиме становятся доступны:

- вкладка «Параметры испытаний» целиком (раздел 3.1.2);
- на вкладке «Параметры устройства» — группы «Силовая рама», «Сдвиговая каретка», «Волюметр 1» и «Волюметр 2», то есть наладка узлов прибора, а также период опроса порта;
- на вкладке «Подключение» — период опроса, таймаут, допустимое число таймаутов подряд, запрет повторяющихся запросов на чтение параметров и группа «Параметры восстановления прибора»;
- на вкладке «Прочее» — пороги реагирования регулятора по давлению и по силе, «Включить подсказки», «Сохранять дампы modbus» и «Включить помощь для настройки фильтров»;
- пункт меню «Прибор» → «Монитор шины (Minibus)» и дополнительные поля автоматизации в окне компрессионного испытания.

Пароль запрашивается также при выключении режима симуляции устройств, если программа была запущена в этом режиме.

Пункт меню «Прибор» → «Ручное управление» — это другое: он открывает окно ручного управления узлами прибора (сброс прибора, экстренная остановка, перемещение вверх и вниз, опрос датчиков). Это окно открывается без пароля и на рабочем месте геолога недоступно.

3.2. Режим симуляции

Режим симуляции предназначен для освоения программы, отработки методики испытания и обучения персонала без подключения лабораторного оборудования. В этом режиме показания датчиков формируются программно, при этом порядок работы с программой полностью повторяет работу с реальным прибором.

Режим включается на вкладке «Прочее» окна «Настройки системы» переключателем «Режим симуляции устройств». После его включения в диспетчере устройств отображаются виртуальные приборы, а в заголовке главного окна появляется отметка «[СИМУЛЯЦИЯ]».

3.3. Библиотека испытаний

При первом запуске программа сообщает, что файл библиотеки испытаний не указан, и предлагает выбрать её расположение. В открывшемся окне «Расположение библиотеки испытаний» указывается путь и имя файла базы данных; по умолчанию предлагается имя

«klab_library.sqlite». Можно как создать новую библиотеку, так и выбрать существующий файл — в этом случае программа откроет его.

Выбранный путь сохраняется в настройках, и при последующих запусках библиотека открывается автоматически. Изменить расположение можно в окне «Настройки системы» на вкладке «Сетевая библиотека» (раздел 3.1.4).

Если библиотека размещается в общей сетевой папке лаборатории, один и тот же файл указывается на всех рабочих местах — тогда объекты, образцы и результаты испытаний будут общими.

Библиотека испытаний открывается через меню «Файл» → «Библиотека испытаний» и предназначена для структурированного хранения данных. Иерархия хранения:

объект → скважина → монолит → образец → испытание

Библиотека испытаний

Объект:

Скважина: 1

Монолит: 2 (0.0 м)

Новое испытание

Образец: 1 38.0×76.0 ...

Образец: 2 38.0×76.0 ...

Образец: 3 38.0×76.0 ...

Обработка

Идентификатор: 1

Диаметр, мм: 38.00

Высота, мм: 76.00

К_с: 0.700

Объект. давл., кПа: 0.0

История испытаний

Тип испытания	Прибор	Путь к данным	Высота
Трёхосное кинематическое	ПВН-1Т-02, T0001	NUM1@SIM-2026-08-25-21-26-13	76

График по файлу .csv

Предпросмотр: NUM1@SIM-2026-08-25-21-26-13.csv

Привязать файл испытания (.csv) Отчёт по испытанию... Удалить испытание

Рисунок 10 — окно «Библиотека испытаний»: дерево объектов и предпросмотр записи испытания

Порядок создания записи:

1. создать объект изысканий, указав его наименование;
2. добавить к объекту скважину с указанием номера;
3. добавить к скважине монолит с указанием номера и глубины отбора;
4. добавить к монолиту образец, указав его геометрические размеры (диаметр и высоту) и физические характеристики грунта;
5. создать для образца испытание требуемого вида.

Для каждого испытания в библиотеке хранятся исходная запись измерений, параметры образца, результаты обработки и история расчётов. Библиотека может размещаться локально на рабочем месте либо, в сетевой конфигурации, в общей базе данных лаборатории — в этом случае несколько рабочих мест работают с единой библиотекой.

4. Проведение испытаний

4.1. Общий порядок проведения испытания

1. Подготовить образец грунта и установить его в прибор в соответствии с методикой испытания.
2. В библиотеке испытаний выбрать образец и создать испытание требуемого вида.
3. Задать параметры испытания на экранной форме: схему испытания, ступени нагружения, скорости, критерии завершения стадий.
4. Запустить испытание. Программа выполняет заданный сценарий, отображает текущие значения измеряемых величин и строит графики в реальном времени.
5. Контролировать ход испытания. При необходимости испытание может быть приостановлено или завершено оператором.
6. По завершении испытания сохранить запись в библиотеку.

Данные испытания сохраняются автоматически в ходе его выполнения, что исключает потерю результатов при аварийном завершении работы программы.

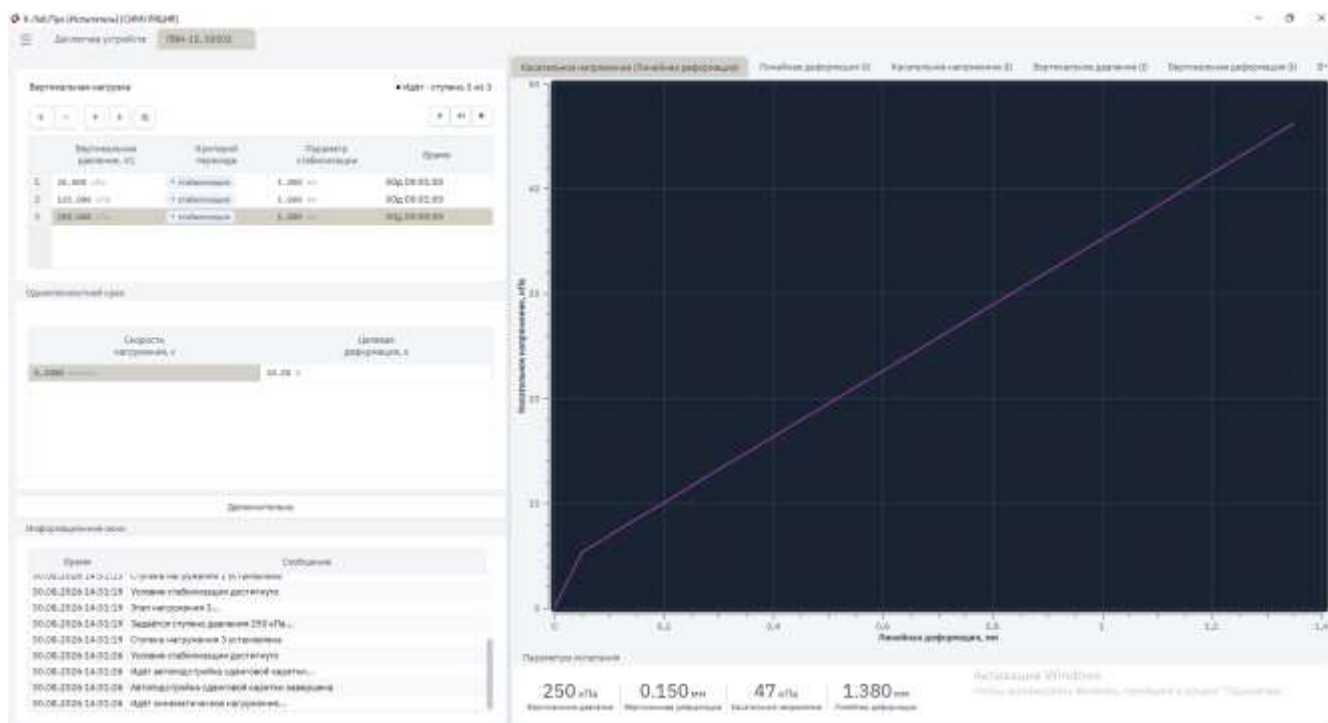


Рисунок 11 — окно испытания в ходе выполнения: программа нагружения, информационное окно и графики в реальном времени

4.2. Трёхосное сжатие

Программа поддерживает трёхосное сжатие дисперсных грунтов, а также испытания скальных грунтов. Реализованы схемы испытания НН (неконсолидированно-недренированная), КН (консолидированно-недренированная) и КД (консолидированно-дренированная); при выборе схемы состав доступных стадий изменяется автоматически.

Поддерживаются статический (ступенчатый) и кинематический режимы девиаторного нагружения, а также кинематический режим с циклом разгрузки и повторного нагружения для определения модуля E_{ur} .

Автоматизированное испытание выполняется последовательностью стадий:

Стадия	Назначение
Реконсолидация	Восстановление природного напряжённого состояния образца
Водонасыщение противодавлением	Доведение образца до полного водонасыщения; степень насыщения контролируется по параметру Скемптона (В-тест)
Изотропная консолидация	Консолидация образца при равном всестороннем давлении
Анизотропная консолидация	Консолидация по линии K_0 — при различных вертикальном и боковом давлениях
Девиаторное нагружение	Основная стадия испытания: доведение образца до разрушения или до заданной деформации

Для каждой стадии на экранной форме задаются её параметры и критерии завершения. Переход к следующей стадии выполняется автоматически при выполнении заданного критерия, что исключает пропуск технологических этапов испытания.

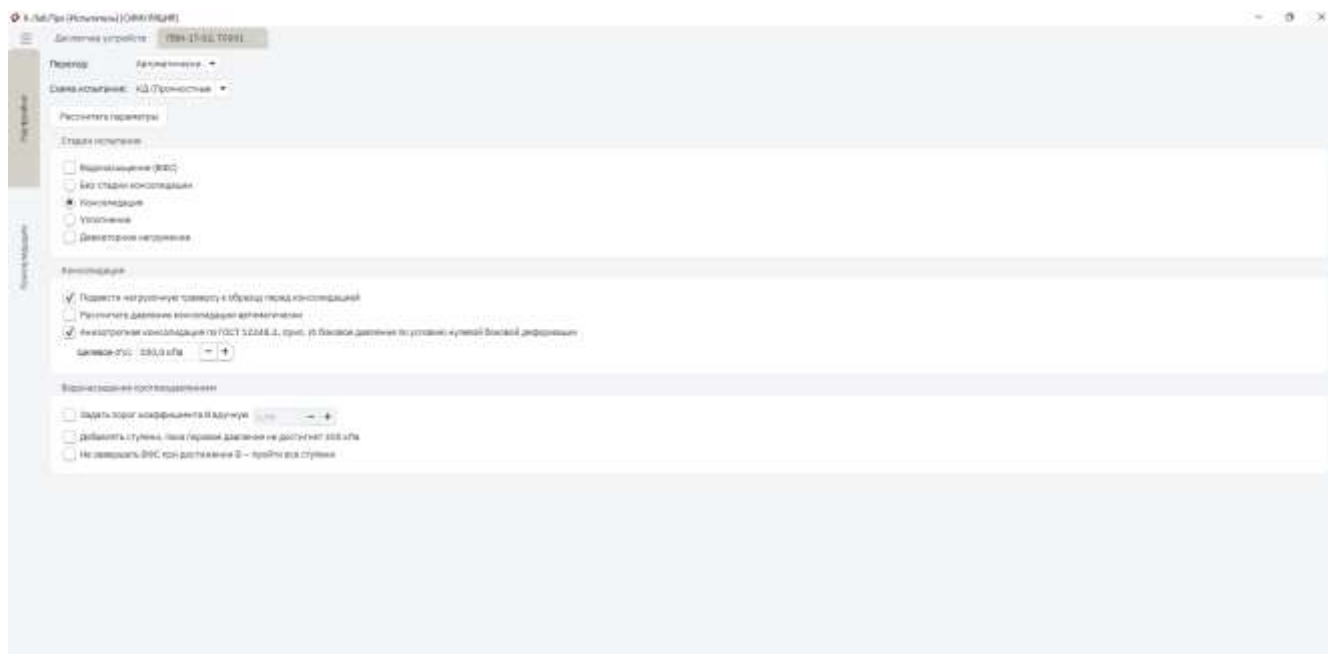


Рисунок 12 — трёхосное сжатие: выбор стадий испытания и параметров консолидации

При выборе типа нагружения с циклом разгрузки дополнительно задаются: девиатор начала разгрузки, девиатор окончания разгрузки, число циклов, скорости нагружения и разгрузки, целевая относительная деформация завершения испытания.

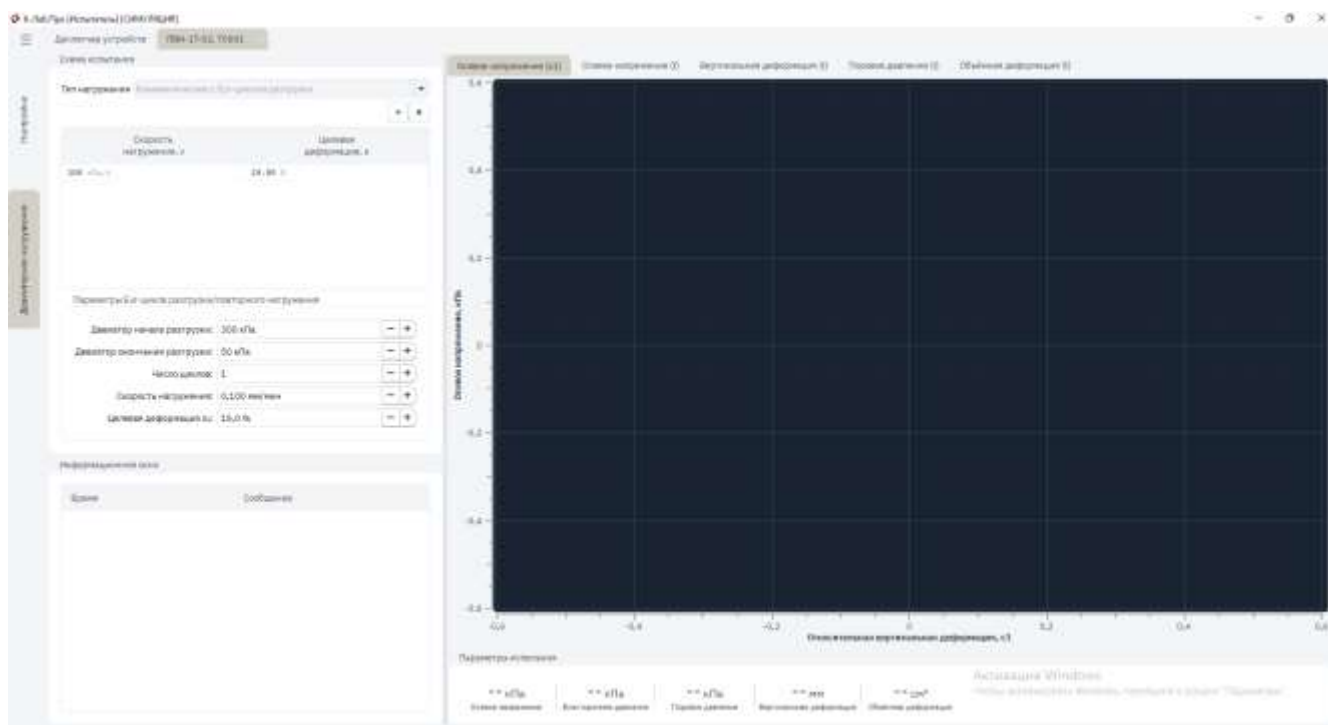


Рисунок 13 — трёхосное сжатие: параметры девиаторного нагружения с циклом разгрузки и повторного нагружения

4.3. Одноплоскостной срез

Испытание проводится по ГОСТ 12248.1-2020. На экранной форме задаются нормальное давление на образец, режим и скорость среза, критерии завершения. Программа регистрирует касательное напряжение и деформацию среза, строит график и сохраняет запись испытания.

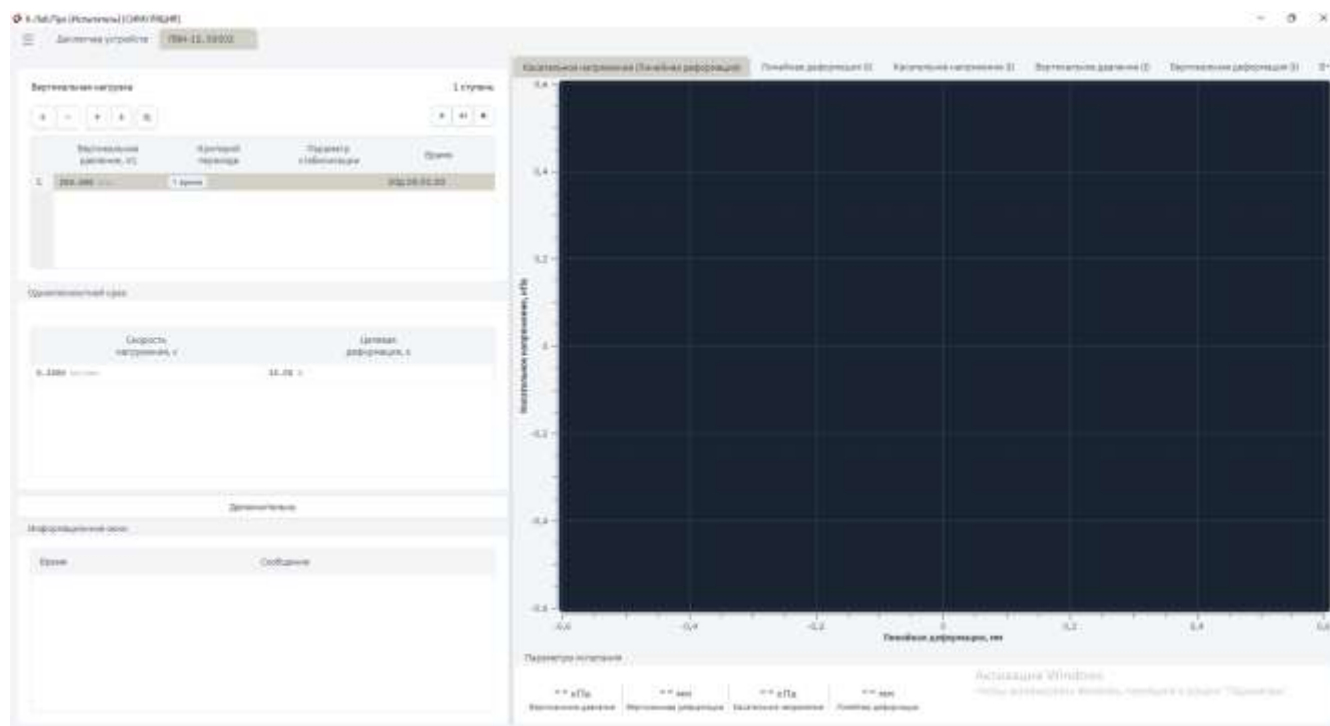


Рисунок 14 — одноплоскостной срез: программа вертикального нагружения и параметры среза

4.4. Компрессионное сжатие

Испытание проводится по ГОСТ 12248.4-2020. Задаётся программа ступеней вертикального давления с критериями условной стабилизации деформации на каждой ступени. Поддерживается испытание с замачиванием образца для определения характеристик просадочности по ГОСТ 23161-2012, а также метод релаксации.

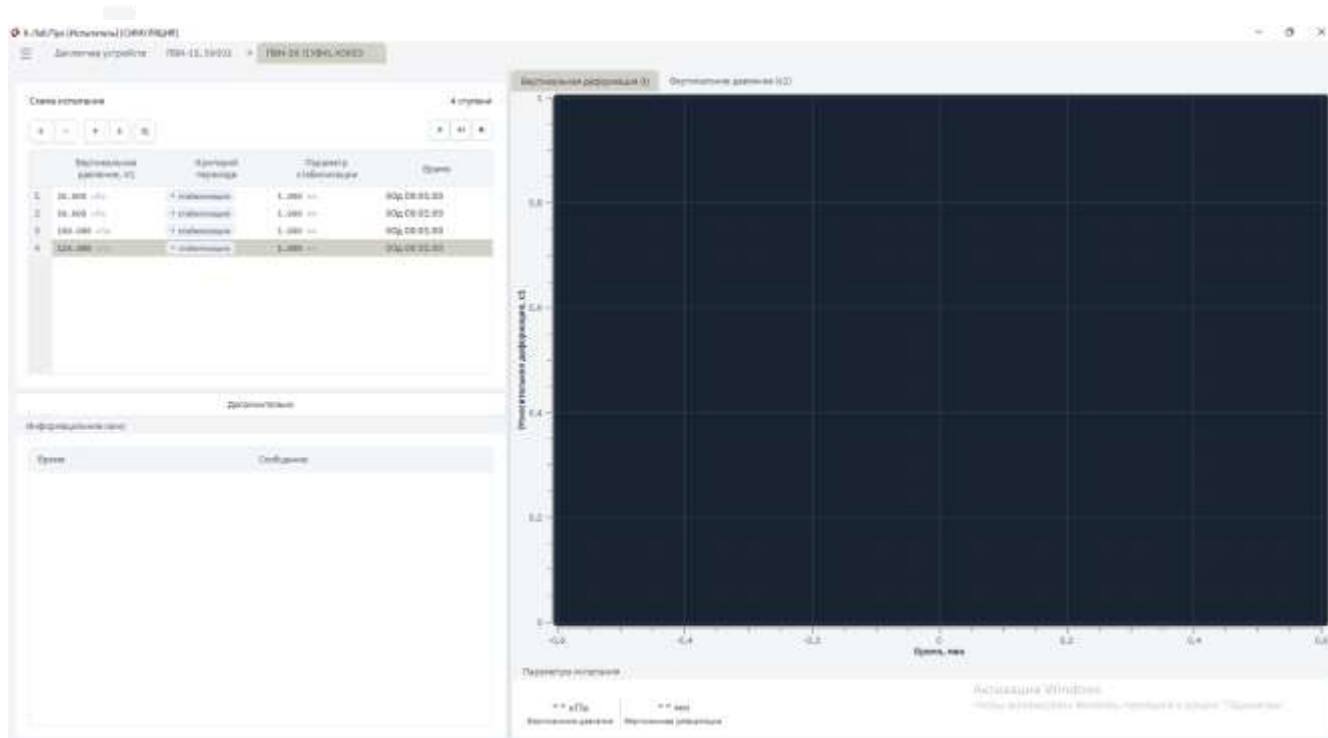


Рисунок 15 — компрессионное сжатие: программа ступеней вертикального давления

Колонка «Время» в таблицах ступеней отображается в едином формате «дни часы:минуты:секунды», что упрощает контроль длительных испытаний.

4.5. Испытания мерзлых грунтов

Программа поддерживает компрессионное сжатие мерзлых грунтов по ГОСТ 12248.10-2020, а также испытания талых грунтов. Выбор режима выполняется при создании испытания.

4.6. Шаблоны испытаний

Для повторяемых методик параметры испытания сохраняются в шаблон через меню «Файл» → «Шаблоны испытаний» (пункты «Сохранить», «Сохранить как», «Открыть», «Очистить»). Сохранённый шаблон применяется к новому испытанию, что исключает повторный ручной ввод параметров и обеспечивает единообразие условий испытаний в серии.

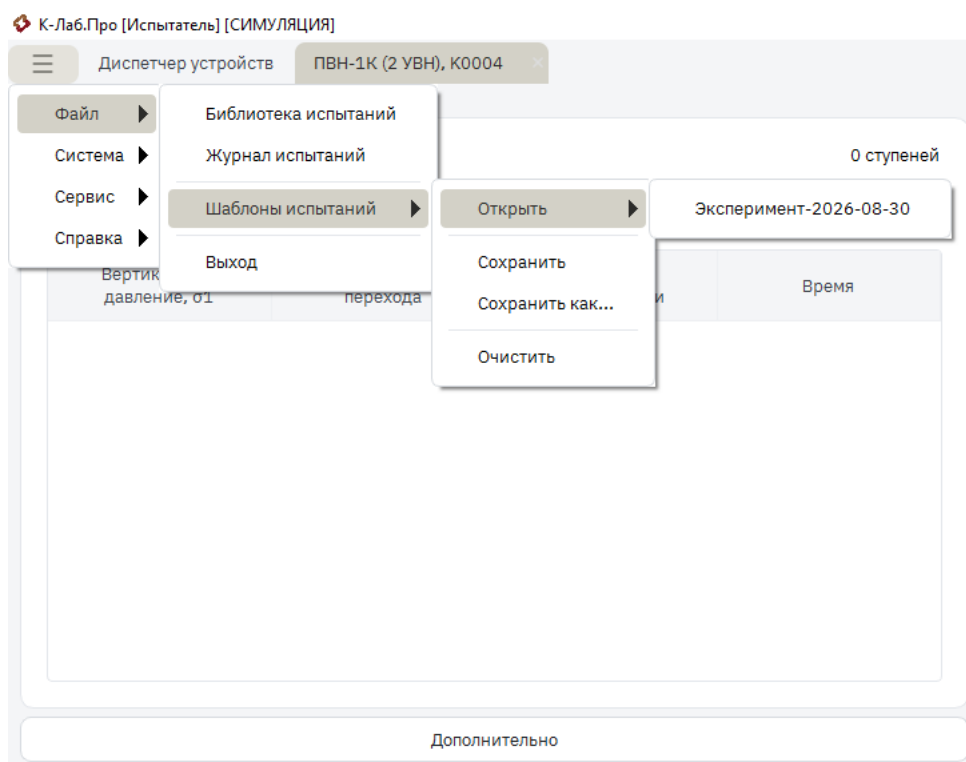


Рисунок 16 — меню «Файл» → «Шаблоны испытаний»

5. Обработка результатов испытаний

5.1. Запуск обработки

Обработка выполняется в отдельном окне, открываемом для выбранного испытания из библиотеки. Обработке подлежат как испытания, проведённые в программе, так и ранее сохранённые записи.

Для трёхосных испытаний поддерживается обработка серии образцов одного монолита, испытанных при разных обжимающих давлениях: программа строит круги Мора и определяет параметры прочности по серии.

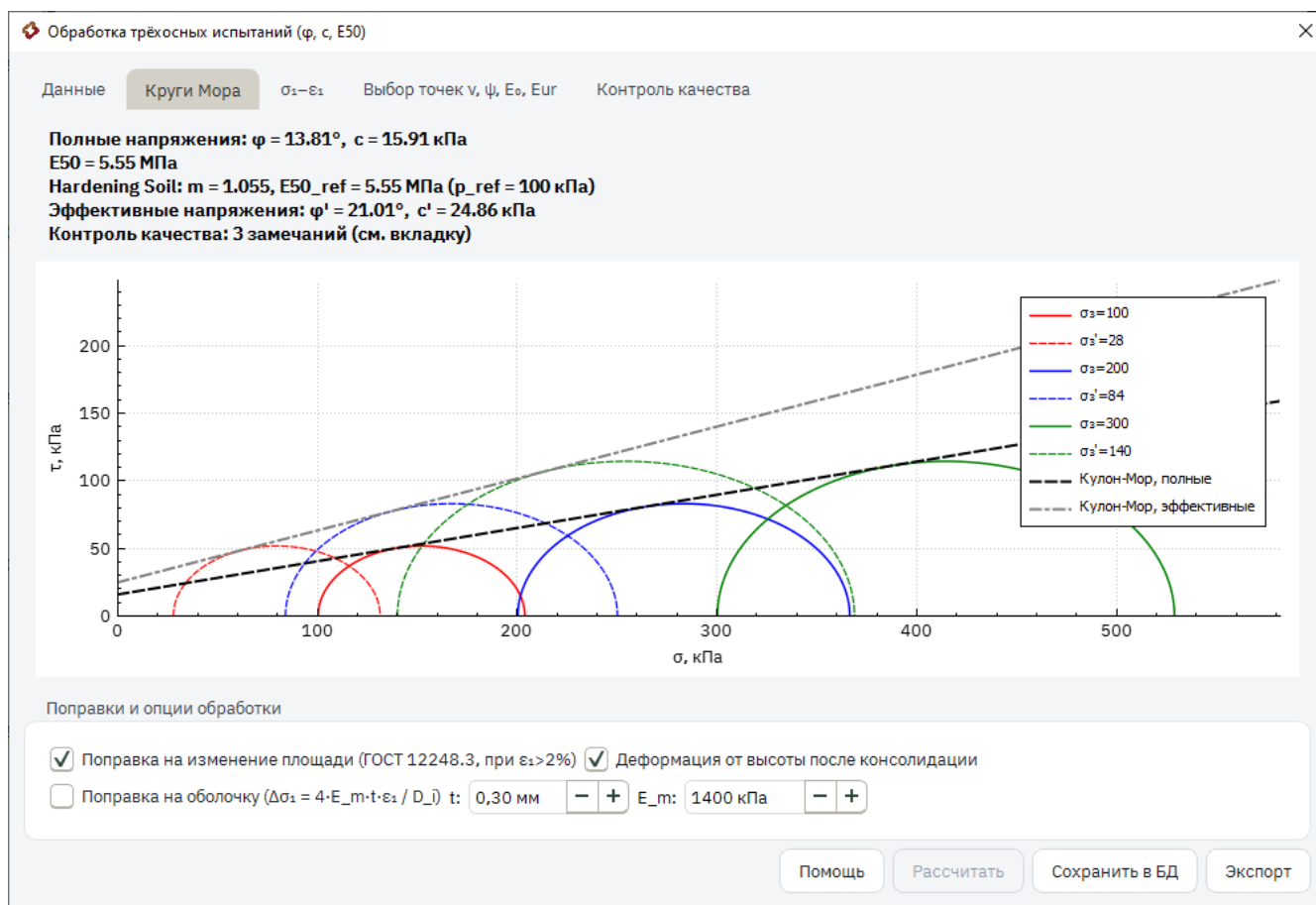


Рисунок 17 — окно обработки трёхосных испытаний, вкладка «Круги Мора»

5.2. Методические поправки

В окне обработки включаются и настраиваются методические поправки:

- поправка на изменение площади поперечного сечения образца — применяется при осевой деформации свыше 2 процентов; формула поправки выбирается автоматически в зависимости от схемы испытания;
- расчёт относительной вертикальной деформации от высоты образца после консолидации; предусмотрен переключатель для совместимости с ранее выпущенными протоколами;
- поправка на армирующее действие эластичной оболочки — задаются толщина оболочки и модуль материала;
- учёт момента контакта штока со штампом.

Состав применённых поправок сохраняется вместе с результатом обработки и выводится в протокол испытания.

5.3. Расчёт характеристик

По результатам обработки программа рассчитывает:

- угол внутреннего трения и удельное сцепление, в том числе в эффективных напряжениях;
- модуль деформации по ГОСТ 12248.3, модули E50 и E0;
- модуль разгрузки и повторного нагружения Eur;

- угол дилатансии, коэффициент Пуассона, модули сдвига и объёмного сжатия;
- параметры нелинейных моделей грунта;
- компрессионные характеристики и модули деформации в заданных интервалах давления;
- показатели просадочности;
- динамические характеристики и параметры демпфирования.

Результаты расчёта сохраняются вместе с испытанием и доступны для повторного просмотра и проверки без пересчёта.

5.4. Контроль качества данных

Программа автоматически проверяет запись испытания и выводит перечень замечаний. Замечания уровня «предупреждение» указывают на возможные проблемы, требующие внимания инженера; замечания уровня «ошибка» означают, что данные непригодны для корректной обработки.

Проверка	Уровень
Люфт между штоком и штампом	предупреждение
«Полка» в начальной зоне кривой (завышенная скорость нагружения)	предупреждение
Испытание остановлено до достижения нормативной деформации	предупреждение
Пиковое значение девиатора не достигнуто	предупреждение
Резкие падения девиатора (возможен разрыв оболочки или сброс давления)	предупреждение
Дренированная схема, но объёмная деформация не изменяется (датчик объёма)	предупреждение
Недренированная схема, но поровое давление не растёт (герметичность)	предупреждение
Девиатор не вырос (неисправность силового канала)	ошибка
Недостаточный объём данных для обработки	ошибка

Перечень замечаний сохраняется вместе с результатами обработки и включается в протокол испытания.

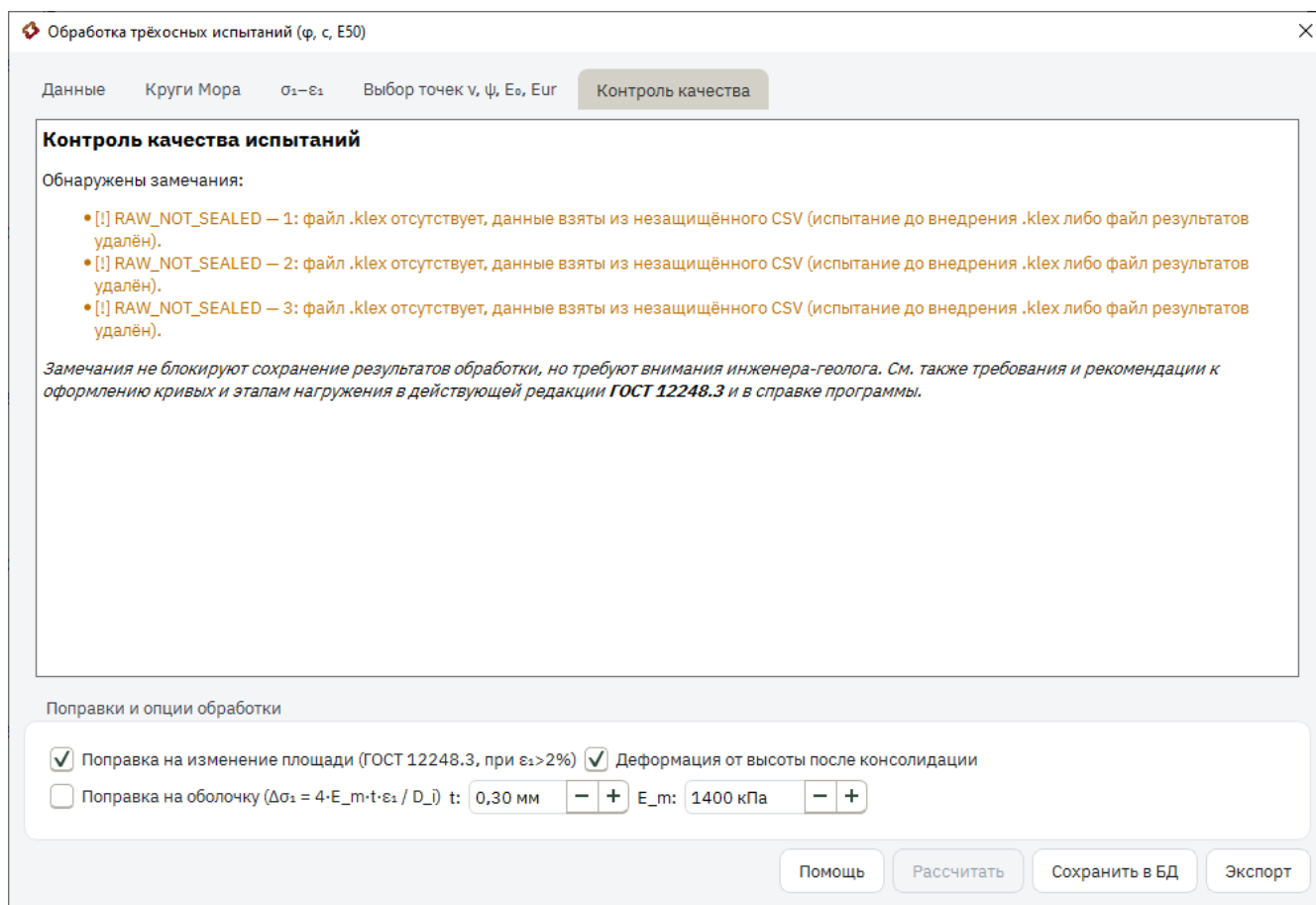


Рисунок 18 — окно обработки, вкладка «Контроль качества»

6. Формирование протоколов

Протокол испытания формируется по шаблону. В протокол выводятся сведения об объекте и образце, условия испытания, таблицы измеренных и расчётных величин, графики и итоговые характеристики грунта.

1. В окне обработки выбрать шаблон протокола.
2. Проверить состав выводимых данных.
3. Выполнить формирование протокола.
4. Сохранить протокол в требуемом формате.

Поддерживается сохранение протокола в формате PDF, а также экспорт в формат Office Open XML (.docx) по шаблону — для последующего редактирования в текстовом редакторе. Для экспорта в формат .docx на компьютере должен быть установлен интерпретатор Python 3.

Пример протокола, сформированного программой по встроенному шаблону, приведён в приложении А.

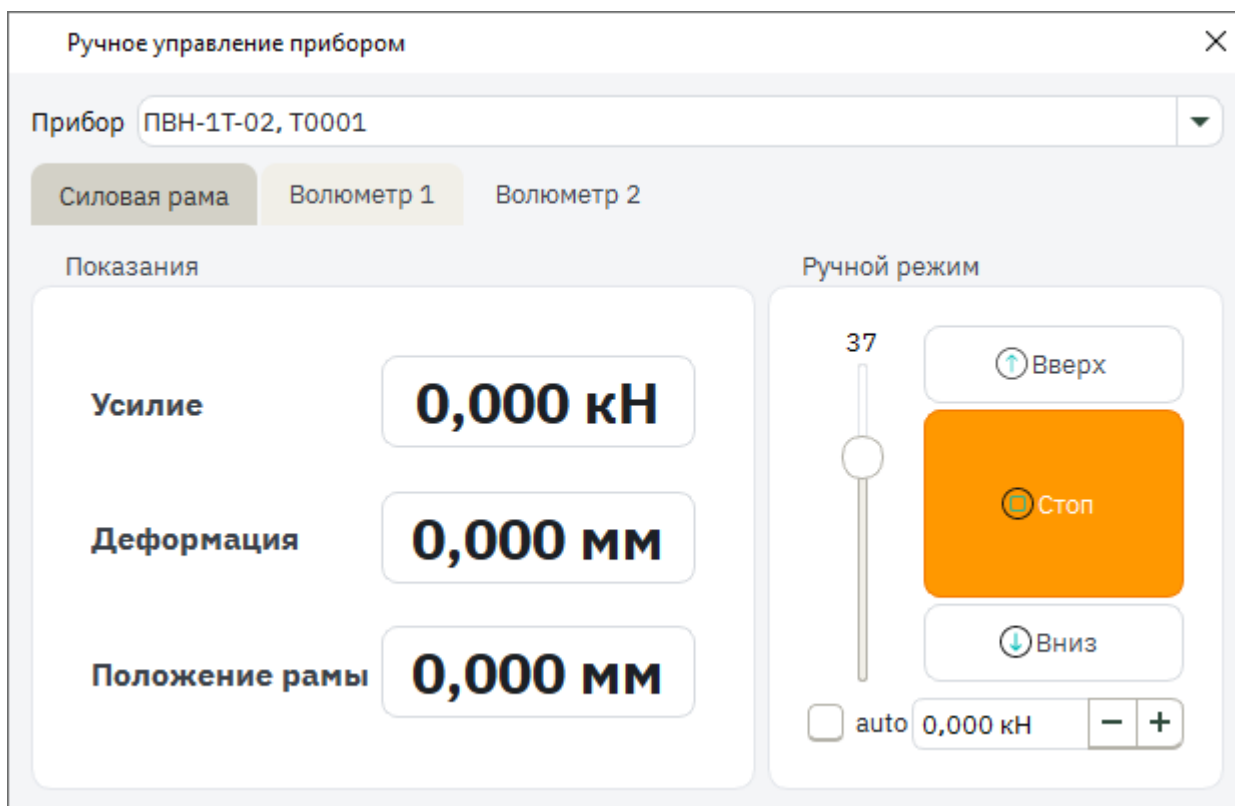


Рисунок 20 — окно «Ручное управление прибором»

Функция	Где вызывается	Назначение
Журнал испытаний	Файл	Просмотр истории проведённых испытаний и действий пользователя
Пересчёт величин	Справка	Вспомогательные расчёты физических характеристик грунта
Обновить диспетчер устройств	Система	Обновление списка доступных последовательных портов
Ручное управление	Прибор	Окно ручного управления узлами прибора: сброс и отключение прибора, экстренная остановка, перемещение узлов вверх и вниз, опрос датчиков и их тарировка. Открывается без пароля; на рабочем месте геолога недоступно. Не путать с переключателем «Сервисный режим» на вкладке «Прочее» окна настроек, который запрашивает пароль (раздел 3.1.6)
Монитор шины (Minibus)	Прибор	Просмотр обмена данными с управляющей платой; доступен при включённом сервисном режиме, используется при диагностике проблем подключения
Сохранение дампа обмена	Настройки → Прочее	Запись обмена с прибором в файл для последующего разбора

Копировать log	Справка	Сохранение файла журнала работы программы в выбранную папку; путь к сохранённому файлу помещается в буфер обмена. Используется при обращении в техническую поддержку
О программе	Справка	Сведения о версии программы

Журнал испытаний					
Дата	Время	Прибор	Номер образца	Тип испытания	Примечание
2026-08-30	15:35:37	ПВН-1Т-02, Т0001	2	Трёхосное кинематическое	
2026-08-30	15:10:04	ПВН-1Т-02, Т0001	1	Трёхосное кинематическое	
2026-08-30	14:32:36	ПВН-1S, S0002	4	Одноплоскостной срез кинематический	
2026-08-30	14:30:11	ПВН-1S, S0002	4	Одноплоскостной срез статический	
2026-08-27	14:57:23	ПВН-1Т-02, Т0001	g	Трёхосное кинематическое	
2026-08-27	13:03:32	ПВН-1Т-02, Т0001	g	Трёхосное кинематическое	
2026-08-27	11:59:14	ПВН-1Т-02, Т0001	5	Трёхосное кинематическое	
2026-08-26	21:45:08	ПВН-1Т-02, Т0001	2	Трёхосное кинематическое	
2026-08-25	21:29:51	ПВН-1Т-02, Т0001	13	Трёхосное кинематическое	
2026-07-05	12:48:44	ПВН-1Т-02, Т0001		Трёхосное кинематическое	
2026-07-05	11:33:04	ПВН-1Т-02, Т0001		Трёхосное статическое	
2026-07-04	19:49:21	ПВН-1К (2 УВН), К0004		Компрессия статическая	

Рисунок 21 — окно «Журнал испытаний»

8. Техническая поддержка

При возникновении вопросов по эксплуатации программы, а также при обнаружении неисправностей следует обращаться в службу технической поддержки правообладателя.

Адрес электронной почты: kamenika-lab@mail.ru

Телефон: 8 996 977 08 00

Официальный сайт: <https://kamenika-lab.ru>

Режим работы: рабочие дни с 9:00 до 18:00 по московскому времени

При обращении необходимо указать версию программы (меню «Справка» → «О программе»), описание проблемы и условия её возникновения. При необходимости следует приложить файл записи испытания и журнал работы программы.

Приложение А. Пример протокола испытания

Ниже приведён протокол трёхосного испытания, сформированный программой по встроенному шаблону: определение прочностных характеристик по ГОСТ 12248.3-2020 по серии из трёх образцов. Протокол содержит сведения об объекте и образце, условия проведения испытания, результаты обработки, значения по уровням деформации, круги Мора и заключение о качестве данных.

Трёхосное сжатие (ГОСТ 12248.3-2020)

K-Lab.Pro v1.4 — отчёт сформирован 03.09.2026 23:46

Норматив: ГОСТ 12248.3-2020; общие положения: ГОСТ 30416.

Назначение опыта: **определение прочностных характеристик (огибающая φ , c).**

Объект испытания

Объект	-
Скважина	1
Монолит / лаб. №	2, ИГЭ № -
Грунт	Глина твёрдая
Глубина отбора, м	0.00
Плотность ρ / ρ_s , г/см ³	- / -
Влажность w / w_L / w_P	- / - / -
IL / IP	0.000 / 0.000
Бытовое давление обит, кПа	-
Серия / схема	Новое испытание, CD/CU/UU (по данным

Физические характеристики грунта

Плотность грунта ρ , г/см ³	-
Плотность частиц ρ_s , г/см ³	-
Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³	-
Пористость n , д. ед.	-
Коэффициент пористости e , д. ед.	-
Влажность природная w , д. ед.	-
Влажность на границе текучести w_L , д. ед.	-
Влажность на границе раскатывания w_P , д. ед.	-

Число пластичности IP	0.000
Показатель текучести IL	0.000
Степень влажности S_r , д. ед.	-
Содержание органики, д. ед.	0.000
Уровень грунтовых вод, м	0.00

Гранулометрический состав

Гранулометрический состав не определён.

Условия проведения

Без этих сведений результаты не интерпретируются: прочность и деформируемость зависят от режима дренирования и от того, как образец готовили и нагружали.

Режим дренирования	без дренирования
Способ водонасыщения	не указан
Нагружение	не указано
Время консолидации	не указано

Результаты обработки

Угол внутреннего трения φ , °	13.81
Удельное сцепление c , кПа	15.91
Модуль деформации E_{50} , МПа	5.55
E (ГОСТ, 0–0.6-сбыт), МПа	-
Эффективные параметры φ' / c'	21.01° / 24.86 кПа
Hardening Soil: m , E_{50_ref} / p_{ref}	$m = 1.055$, $E_{50_ref} = 5.55$ МПа ($p_{ref} = 100$ кПа)

Образцы серии (3)

№	Образец	σ_3 , кПа	σ_{1_max} , кПа	u_f , кПа	σ_3' , кПа	σ_1' , кПа	Файл
1	1	100.3	203.8	72.5	27.8	131.4	TRIAX-CU-mohr-100kPa.csv
2	2	200.3	366.5	116.3	84.0	250.2	TRIAX-CU-mohr-200kPa.csv
3	3	300.2	529.1	160.2	140.0	368.9	TRIAX-CU-mohr-300kPa.csv

Значения по уровням деформации

Образец 1 ($\sigma_3 = 100.3$ кПа)

ϵ_1 , %	$\sigma_1 - \sigma_3$, кПа	σ_1 , кПа	ϵ_v , %	ϵ_3 , %	u , кПа	E_{sec} , МПа
0.5	36.8	137.1	-0.000	-0.250	13.8	7.4
1.0	56.3	156.6	-0.001	-0.500	21.8	5.6
2.0	76.4	176.7	0.002	-0.999	32.3	3.8
3.0	85.4	185.7	0.000	-1.500	39.8	2.8
5.0	95.5	195.8	-0.001	-2.501	51.9	1.9
7.0	100.7	201.0	0.001	-3.499	62.8	1.4
10.0	102.8	203.1	-0.000	-5.000	71.8	1.0
15.0	82.9	183.2	-0.001	-7.500	58.2	0.6

Образец 2 ($\sigma_3 = 200.3$ кПа)

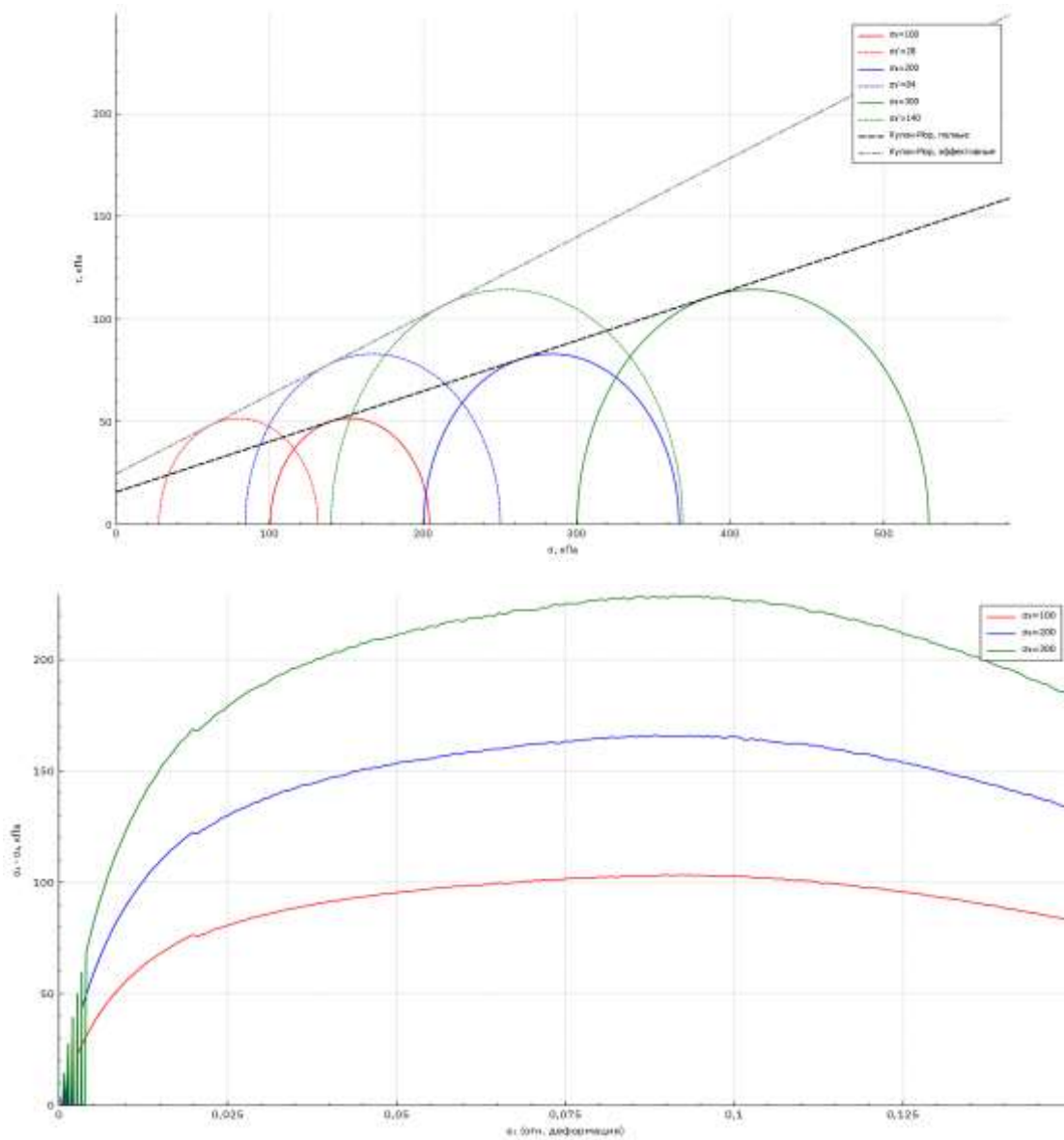
ϵ_1 , %	$\sigma_1 - \sigma_3$, кПа	σ_1 , кПа	ϵ_v , %	ϵ_3 , %	u , кПа	E_{sec} , МПа
0.5	59.0	259.3	0.000	-0.250	21.7	11.8
1.0	90.4	290.7	0.002	-0.499	34.9	9.0

2.0	122.3	322.6	0.001	-1.000	52.0	6.1
3.0	137.2	337.5	0.002	-1.499	64.4	4.6
5.0	153.7	354.0	-0.000	-2.500	84.3	3.1
7.0	162.1	362.4	0.000	-3.500	101.7	2.3
10.0	165.4	365.7	0.002	-4.999	115.6	1.7
15.0	133.3	333.6	-0.001	-7.501	93.4	0.9

Образец 3 ($\sigma_3 = 300.2$ кПа)

ε_1 , %	$\sigma_1 - \sigma_3$, кПа	σ_1 , кПа	ε_v , %	ε_3 , %	u , кПа	E_{sec} , МПа
0.5	81.4	381.6	-0.000	-0.250	29.7	16.3
1.0	124.5	424.7	0.000	-0.500	48.1	12.4
2.0	168.6	468.8	0.001	-0.999	71.2	8.4
3.0	188.8	489.0	-0.002	-1.501	87.9	6.3
5.0	211.4	511.6	0.002	-2.499	114.8	4.2
7.0	222.4	522.6	0.001	-3.500	138.0	3.2
10.0	226.5	526.7	-0.000	-5.000	158.6	2.3
15.0	184.0	484.2	-0.002	-7.501	128.7	1.2

Графики



Контроль качества

Существенных замечаний по кривым не обнаружено.

Подписи: лаборант _____ инженер-геолог _____