GEOMATIC / GM-DIGIT 2.9.920

Единое руководство по эксплуатации

Компрессионные и трёхосные испытания

ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ ВЕРСИЯ ДЛЯ РУКОВОДСТВА

Полный комплект экранов, пояснений и безопасных последовательностей настройки

01 **Общая эксплуатация**
подключение, настройки, контроль

02 **Компрессионные испытания**
ступени, критерии, разгрузка

03 **Специальные режимы**
мёрзлые грунты, просадка, набухание

04 **Трёхосные испытания**
КД, кинематика, скальные грунты

Редакция 1.0 • 27.08.2026 • 70 страниц

Учебные значения не заменяют утверждённую лабораторную методику.

Состав единого руководства

Четыре самостоятельные части объединены в один комплект для показа и обсуждения

1 **Общая эксплуатация** стр. 4–24

Подготовка рабочего места, выбор прибора, связь, настройки, создание испытания, контроль и завершение.

2 **Статическая компрессия** стр. 25–34

Практическая настройка трёх ступеней, разные критерии перехода и штатная разгрузка.

3 **Специальные режимы** стр. 35–43

Мёрзлые грунты, просадка, набухание и оттаивание с объяснением доступных элементов интерфейса.

4 **Трёхосные испытания** стр. 44–70

ВФС, консолидация, уплотнение, девиатор, скальные грунты и пример автоматического расчёта КД.

Границы демонстрации

Фактический учебный прогон выполнен только для статической компрессии. Специальные и трёхосные режимы показаны как настройка интерфейса без запуска оборудования.

Содержание

Номера относятся к страницам объединённого PDF.

Часть I. Общая эксплуатация GM-DIGIT — 4–24

- главное окно, меню и подключение прибора
- карточка образца и общие критерии ступеней
- контроль показаний, графиков и журнала
- сохранение результатов и безопасное завершение

Часть II. Статическая компрессия — 25–34

- схема 25 / 25 / 50 кПа
- ручной переход, переход по времени и по стабилизации
- назначение кнопок редактора и шаблонов
- контроль отклонения и возврат нагрузочной системы

Часть III. Специальные режимы компрессии — 35–43

- выбор мёрзлого грунта
- флажок и порядок настройки просадки
- редактор набухания
- оттаивание и ручные действия оператора

Часть IV. Трёхосные испытания — 44–70

- ВФС, консолидация и уплотнение
- кинематическое, статическое нагружение и разгрузка
- отдельный интерфейс скальных грунтов
- автоматический расчёт: глубина 10 м, среднее давление, КД и кинематика

Как пользоваться комплектом

Для быстрого показа используйте это содержание и закладки PDF. Для обучения оператора переходите в соответствующую часть и сверяйте экран программы с подписью под рисунком.

РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА

Geomatic / GM-DIGIT

Эксплуатация программного обеспечения лабораторного геотехнического комплекса GMK

Версия программы	2.9, ревизия 920
Release-сборка	MINCIFRY-Geomatic-2.9.920-build-2026.06.15
Дата документа	26.08.2026
Номер редакции	1.0
Статус	Руководство для повседневной работы оператора

ООО «ГеоМатика»

2026

Паспорт документа

Назначение. Документ предназначен для оператора лабораторного оборудования. Он описывает подготовку, запуск, контроль и безопасное завершение испытаний в Geomatic; сведения разработчика включены только там, где они объясняют фактическое поведение программы.

Основной источник	Фактическое поведение готовой Release-сборки Geomatic 2.9.920
Проверочный источник	Исходный код ветки geomatic, локальный HEAD 3f3a2295b21184295f649f82f5f16b11f2da7a32
Рабочая конфигурация	Прибор INSTR1@COM5; GMK-F2-D2-P2-T3 (два волюмометра); состояние «Готово»
Границы проверки	Без тарирования, поверки, прошивки, изменения сервисных коэффициентов и без запуска движения/давления

Оглавление

Паспорт документа 2
Оглавление 2
1. Назначение и область применения 4
1.1. Поддерживаемые группы испытаний 4
2. Идентификация используемой версии 4
3. Требования к рабочему месту 5
4. Подготовка прибора и запуск программы 5
4.1. Проверка до запуска 5
4.2. Запуск 5
5. Главное окно и меню 6
6. Поиск, выбор и проверка связи с прибором 7
6.1. Повторный поиск 7
6.2. Признаки исправной связи 8
7. Настройки прибора и тип рабочей камеры 8
7.1. Что оператор вправе проверить 8
7.2. Тип камеры 8

8. Создание нового испытания 8
9. Ввод данных образца 10
10. Экран испытания: что проверить до старта 12
11. Настройка ступеней и критериев завершения 13
11.1. Общая последовательность 13
11.2. Время и автоматический переход 13
12. Трёхосное сжатие 14
12.1. Общая подготовка 14
12.2. Водонасыщение / ВПД / ВФС 14
12.3. Консолидация 14
12.4. Девиаторное нагружение 14
13. Компрессионные испытания 15
13.1. Статическая компрессия 15
13.2. Кинематическая компрессия и релаксация 15
13.3. Просадка, набухание и оттаивание 15
14. Одноплоскостной срез 15
15. Управление испытанием 16
16. Контроль показаний, графиков, журнала и этапа 16
16.1. Непрерывный контроль 16
16.2. Когда немедленно остановить 17
17. Сохранение результатов 17
18. Восстановление незавершённого испытания 17
18.1. Обычное восстановление 17
18.2. Ручное восстановление связи 18
19. База данных и файлы 18
20. Типовые сообщения и действия оператора 18
21. Безопасное завершение работы 19
22. Сервисный режим, тарирование и изменение параметров 20
23. Краткая памятка оператора 20
Приложение А. Что проверено фактически 20
Приложение Б. Быстрая реакция на нештатную ситуацию 21

1. Назначение и область применения

Geomatic / GM-DIGIT — прикладная программа для подготовки, выполнения, контроля и документирования лабораторных геотехнических испытаний грунтов на комплексе GMK. Программа связывает параметры образца и схему испытания с прибором, подключённым через последовательный порт, отображает текущие показания и графики, ведёт журнал и сохраняет результаты.

Руководство применяется только совместно с эксплуатационной документацией на конкретный стенд, лабораторными методиками и правилами охраны труда. Программа не заменяет проверку механического состояния камеры, коммуникаций, датчиков и аварийных устройств.

1.1. Поддерживаемые группы испытаний

Группа	Доступные варианты	Что задаёт оператор
Компрессионное сжатие	Талые и мёрзлые грунты; статическая и кинематическая компрессия; метод релаксации; просадка, набухание, оттаивание для соответствующих схем	Образец, тип режима, ступени вертикального давления, критерии перехода, стабилизацию и время
Трёхосное сжатие	Дисперсные и скальные грунты; НН, КН, КД; водонасыщение/ВФС, уплотнение, консолидация, девиаторное нагружение	Тип камеры, давления, дренирование, анизотропию, скорость или ступени, критерии завершения
Одноплоскостной срез	Статический и кинематический режимы; варианты для талых и мёрзлых грунтов; оттаивание для соответсвующих схем	Вертикальную нагрузку, параметры среза, ступени или скорость, автоматизацию возврата

2. Идентификация используемой версии

Имя программы	Geomatic / GM-DIGIT
Исполняемый файл	GM-DIGIT.exe
Отображаемая версия	Версия 2.9; ревизия 920
Имя сборки	MINCIFRY-Geomatic-2.9.920-build-2026.06.15
Дата/время файла	15.06.2026 10:23:40

SHA-256	2535FF1E28224447E2F6F0E06B47C8D03EAEB80401A58799A91D2085184888BD
Исходная ревизия	3f3a2295b21184295f649f82f5f16b11f2da7a32; 15.06.2026 10:23 +03:00

Важно. Системные свойства файла показывают FileVersion/ProductVersion 0.0.0.0. Для идентификации используйте сведения окна «О программе», имя Release-сборки и контрольную сумму, а не поля версии Windows.

3. Требования к рабочему месту

- Microsoft Windows 10 или Windows 11; права чтения и записи в каталоги результатов, шаблонов и восстановления.
- Полностью распакованная папка Geomatic-2.9.920: GM-DIGIT.exe должен оставаться рядом с библиотеками Qt и служебными каталогами.
- Исправный USB/COM-интерфейс и штатный драйвер прибора. Используемый протокол: 115200 бод, 8 бит данных, Even parity, 1 стоп-бит, без аппаратного управления потоком.
- Свободное место для CSV/JSON, шаблонов, файлов восстановления, протоколов и архивов.
- Доступ к физической кнопке аварийной остановки и возможность безопасно снять давление/нагрузку по инструкции на стенд.

Предупреждение. Не запускайте испытание, если безопасные пределы давления, усилия, скорости или хода не подтверждены конфигурацией прибора, утверждённым шаблоном либо лабораторной методикой.

4. Подготовка прибора и запуск программы

4.1. Проверка до запуска

1. Убедитесь, что камера, образец, трубки, клапаны и траверсы собраны по методике и не создают опасности при инициализации.
2. Проверьте питание стенда, кабель связи и наличие COM-порта в Windows.
3. Убедитесь, что механические аварийные ограничители и физический аварийный останов доступны.
4. Подтвердите правильность установленной рабочей камеры и штатной прошивки.
5. Запишите исходные показания; нестабильный, заведомо неверный или быстро меняющийся сигнал — основание не запускать испытание.

4.2. Запуск

6. Откройте папку Geomatic-2.9.920.
7. Запустите GM-DIGIT.exe. Не запускайте отдельно скопированный EXE без соседних библиотек.

8. Дождитесь завершения поиска приборов.
9. В строке состояния проверьте число подключённых устройств и число найденных незавершённых экспериментов.
10. На карточке нужного прибора проверьте имя/COM-порт, тип и состояние «Готово».

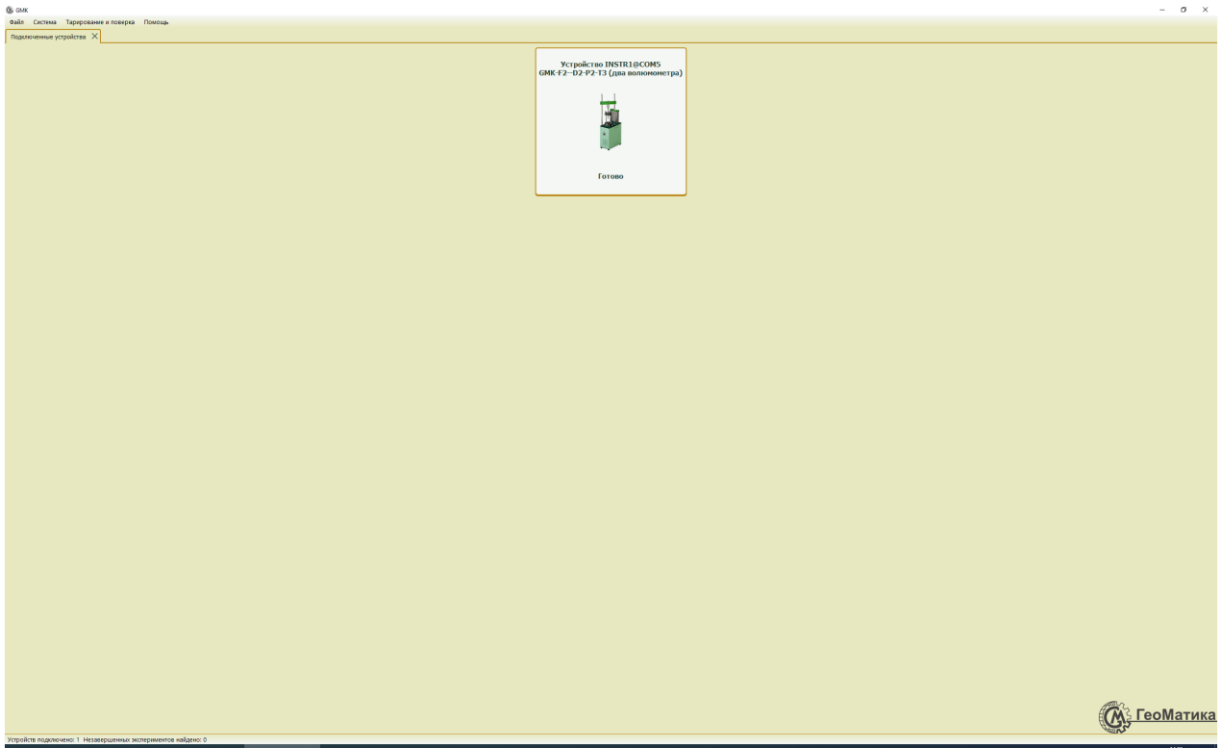


Рисунок 1 — Главное окно Release-сборки: прибор INSTR1@COM5 обнаружен, состояние «Готово».

Контрольная точка. Если карточка прибора отсутствует, состояние не «Готово» или число устройств равно нулю, не переходите к созданию испытания. Проверьте кабель, питание, COM-порт и выполните «Система → Поиск устройств».

5. Главное окно и меню

Элемент	Назначение	Ограничение
Файл	Работа с базой данных и выход	Не удаляйте и не редактируйте записи без процедуры лаборатории
Система	Поиск устройств/экспериментов, удаление файлов восстановления, ручное восстановление, настройки	Удаление файлов восстановления необратимо; выполняется только после проверки завершённости испытаний

Элемент	Назначение	Ограничение
Тарирование и поверка	Сервисный режим и диагностика minibus	Только уполномоченный персонал; оператор не меняет коэффициенты
Помощь	Калькулятор величин, сведения о программе/Qt, стили и справка	Калькулятор вспомогательный и не заменяет расчёт по утверждённой методике
Карточка прибора	Открывает список испытаний для выбранного стенда	Сначала убедитесь, что состояние «Готово»
Строка состояния	Число приборов и незавершённых экспериментов	Незавершённые эксперименты требуют проверки до новой работы

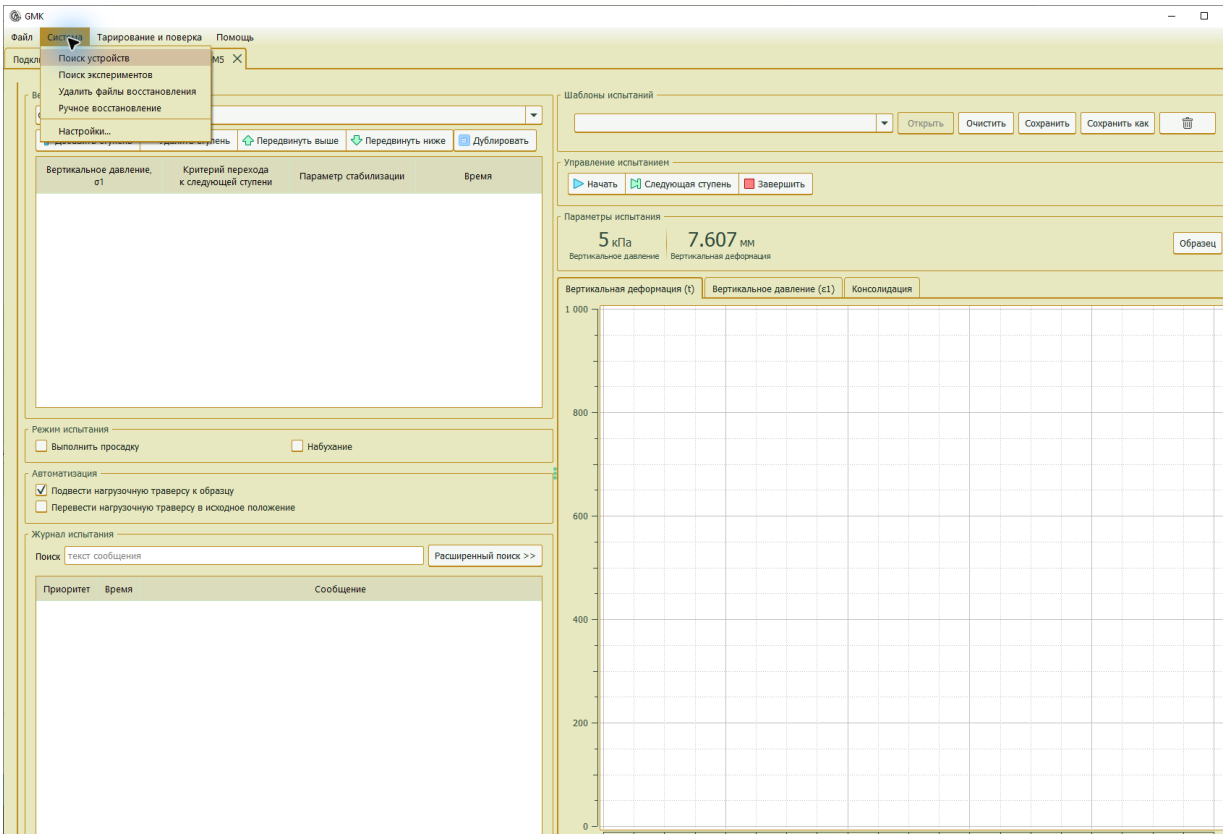


Рисунок 2 — Меню «Система»: поиск устройств, поиск экспериментов, восстановление и настройки.

6. Поиск, выбор и проверка связи с прибором

6.1. Повторный поиск

11. Закройте окна настройки испытаний, если они ещё не запускались.
12. Выберите «Система → Поиск устройств».

13. Дождитесь появления карточки прибора и проверьте COM-порт.
14. Сопоставьте тип прибора на карточке с фактическим стендом.
15. Проверьте состояние «Готово» и отсутствие сообщений об ошибке.

6.2. Признаки исправной связи

- Карточка прибора присутствует и не исчезает при обновлении.
- Показания в окне испытания обновляются без длительных пауз.
- В журнале нет повторяющихся таймаутов, неизвестных ошибок и сообщений о восстановлении связи.
- Показания физически правдоподобны и не изменяются скачком без воздействия.

7. Настройки прибора и тип рабочей камеры

Откройте «Система → Настройки…». Параметры сохраняются отдельно для каждого устройства, поэтому сначала выберите правильный прибор.

7.1. Что оператор вправе проверить

- Тип прибора и выбранную рабочую камеру: камера тип А, камера тип Б или одометр.
- Пути к базе данных, шаблонам испытаний, протоколам, файловому архиву, отчётам и файлам восстановления.
- Период опроса, таймаут и число допустимых таймаутов — только сверка с утверждённой конфигурацией.
- Настройку автоматического продолжения после восстановления — только по правилам лаборатории.

7.2. Тип камеры

Для компрессионного и одноплоскостного среза программа проверяет тип рабочей камеры и при несоответствии указывает выбрать «Одометр». Для трёхосных испытаний используйте камеру, соответствующую фактической сборке и методике.

Запрет. Не меняйте тарировочные коэффициенты, параметры редукторов, шаги двигателя, инверсию, диапазоны хода, максимальные нагрузки/давления, фильтры и PID-параметры без письменного разрешения ответственного специалиста.

8. Создание нового испытания

16. На главном экране нажмите карточку прибора со статусом «Готово».
17. Выберите группу и вариант испытания. При необходимости прокрутите список.

18. Выберите образец из базы данных либо локальный ввод. В проверенной конфигурации программа сразу открыла форму нового образца.
19. Заполните данные образца и выберите «Пользовательский ввод параметров испытания», если необходимо просмотреть схему до запуска.
20. Перед нажатием «Начать» проверьте схему, автоматизацию, текущие показания и журнал.

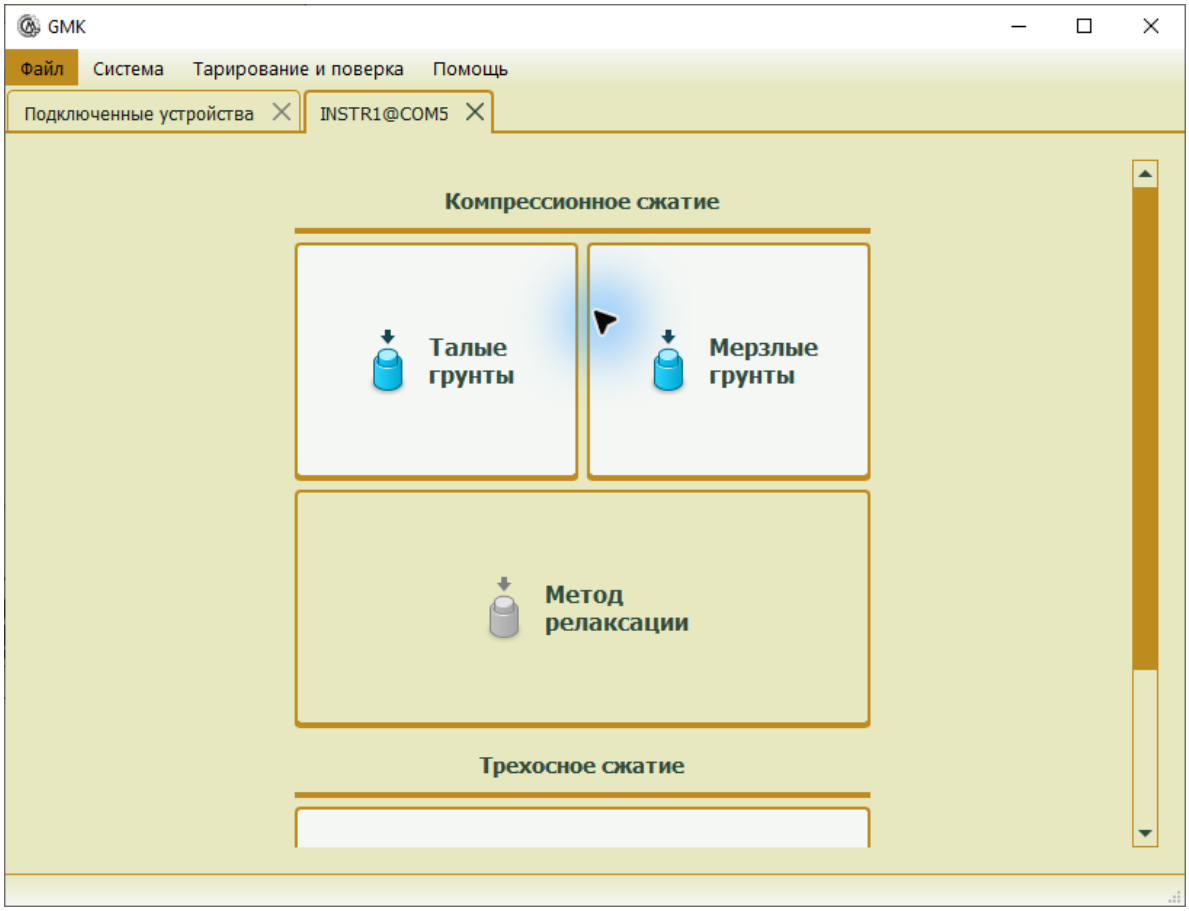


Рисунок 3 — Начало списка испытаний: компрессионное сжатие для талых/мёрзлых грунтов и метод релаксации.

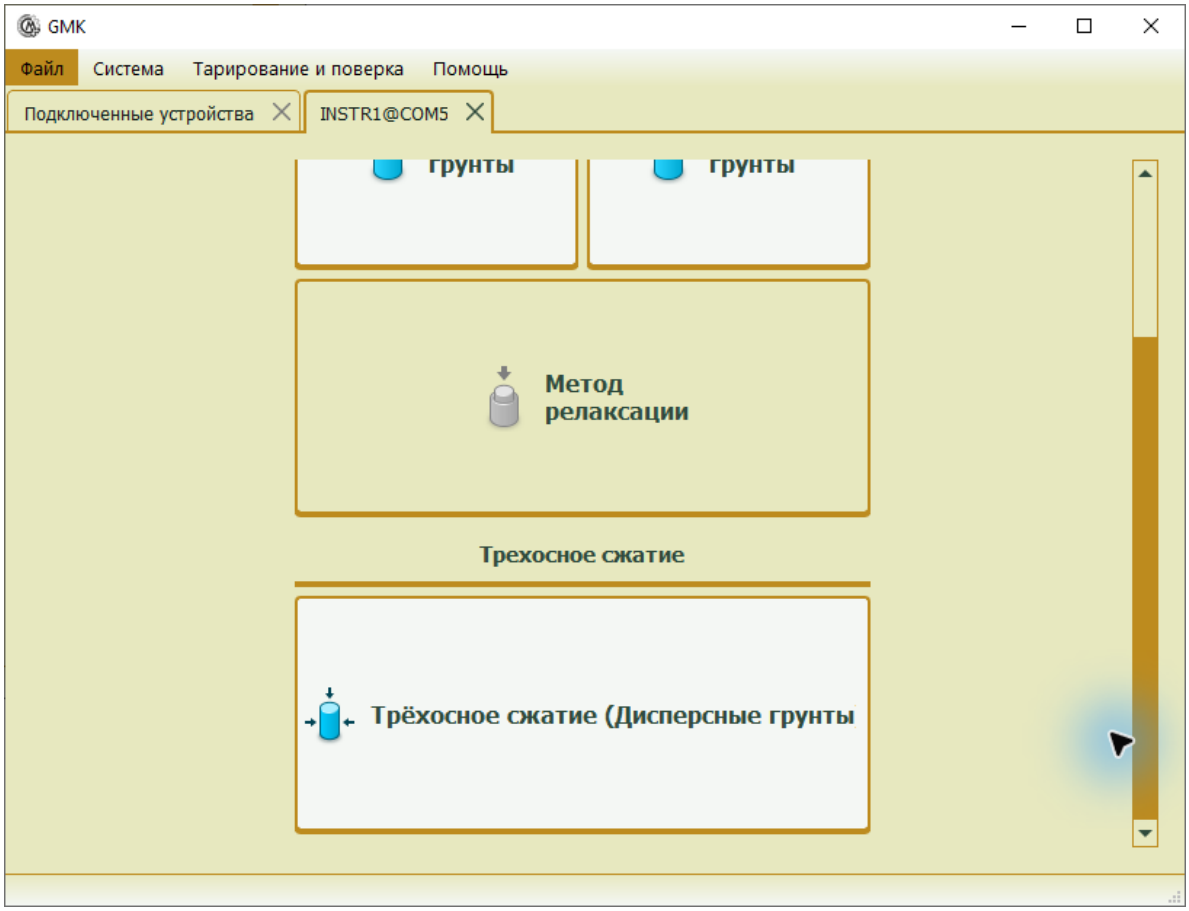


Рисунок 4 — Раздел трёхосного сжатия для дисперсных грунтов.

9. Ввод данных образца

Поле	Что вводить	Проверка
Лабораторный номер	Уникальный идентификатор образца	Не использовать номер другого образца; тестовые записи маркировать TEST
Шаблон образца	Профиль геометрии для выбранного испытания	Сверить с фактическими диаметром и высотой
Высота / диаметр	Измеренные размеры, мм	Положительные значения; единицы именно мм
Плотность	Плотность грунта, г/см³	Сверить с журналом подготовки
Бытовое / расчётное давление	Значения по заданию, кПа	Не путать кПа и МПа

Поле	Что вводить	Проверка
Поровое давление	Исходное/заданное значение, кПа	Использовать только при наличии методического основания
K0	Коэффициент бокового давления	Вводить значение из задания/расчёта
Наименование и тип грунта	Классификация образца	Проверить соответствие режиму: талый/мёрзлый

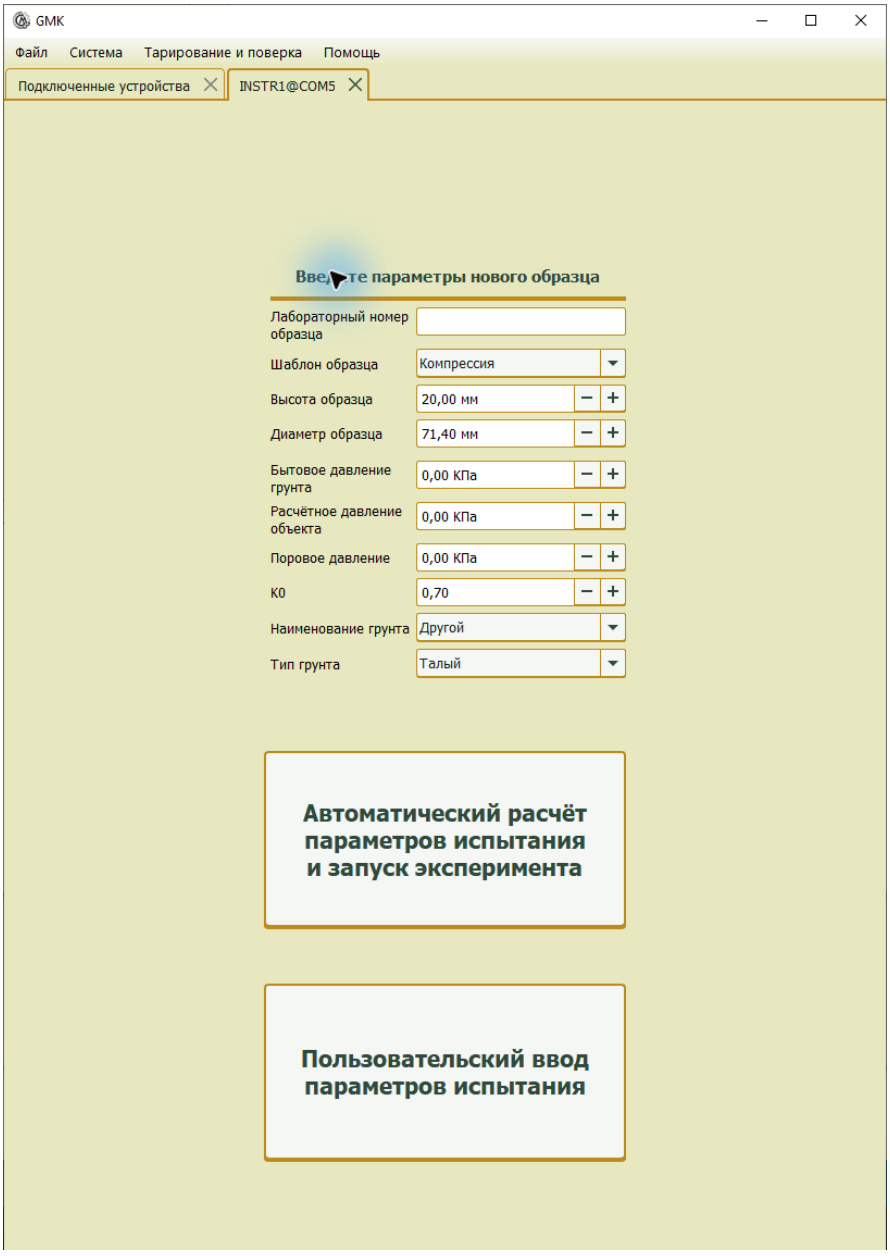


Рисунок 5 — Форма нового образца и выбор автоматического либо пользовательского ввода параметров испытания.

Практический совет. Всегда проверяйте заданную схему до начала испытания. Внесение изменений после начала испытания может привести к нарушению алгоритма всего эксперимента.

10. Экран испытания: что проверить до старта

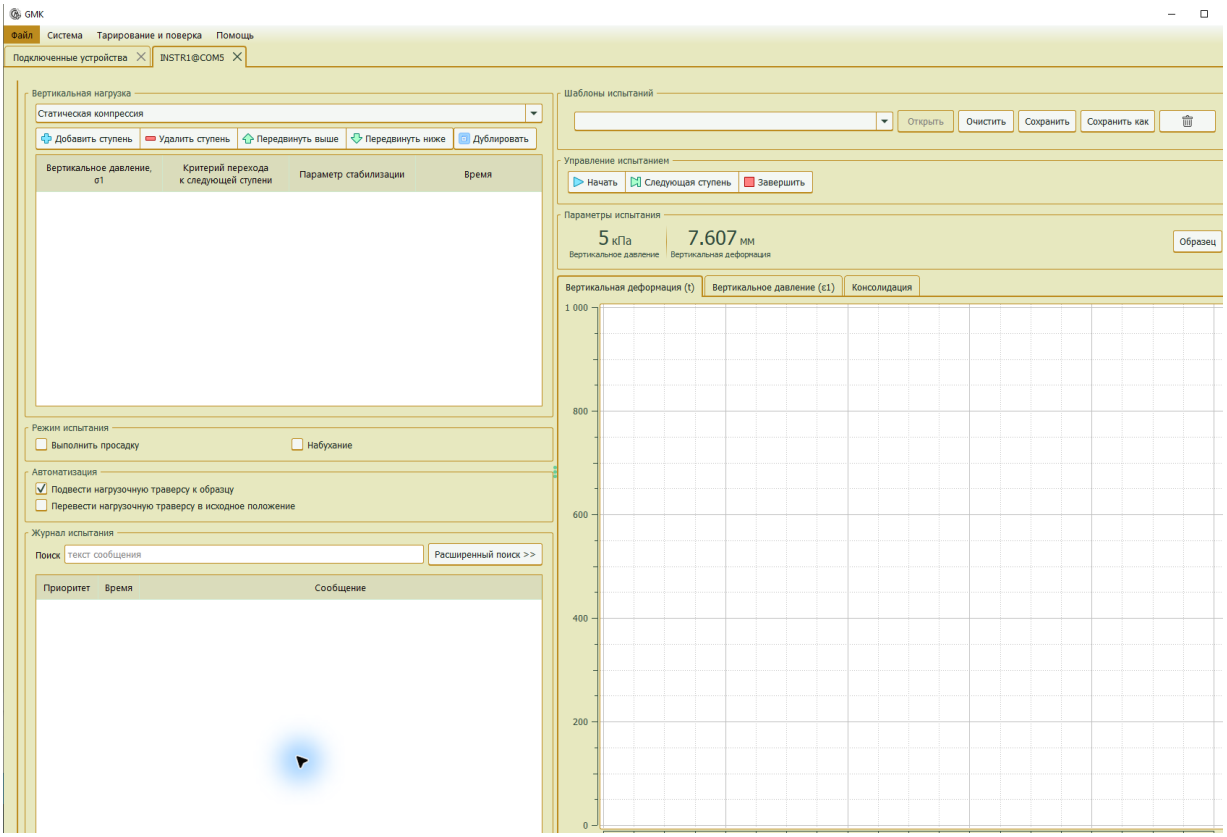


Рисунок 6 — Экран компрессионного испытания до запуска: схема ступеней пуста, доступны журнал, графики и текущие показания.

Область	Назначение	Контроль перед запуском
Схема испытания	Ступени, давление/нагрузка, критерий перехода, стабилизация, время	Должна быть заполнена и не содержать ошибок
Шаблоны	Открыть, очистить, сохранить, сохранить как	Открывать только утверждённый файл; после загрузки сверить каждую ступень
Управление	Начать, Следующая ступень, Завершить	До старта доступность кнопки не означает безопасность параметров
Показания	Текущие давление, деформация и другие каналы	Стабильны, физически правдоподобны, соответствуют исходному состоянию

Область	Назначение	Контроль перед запуском
Графики	Изменение параметров во времени/деформации	Масштаб и единицы понятны; нет скачка до старта
Автоматизация	Подведение/возврат траверс, сброс давления и другие действия	Каждый флажок соответствует фактической сборке стенда
Журнал	События, ошибки, переходы стадий	Нет активных ошибок связи или пределов

Пример с экрана. На рисунке отображались текущие 5 кПа и 7,607 мм. Это считанные значения конкретного стенда в момент проверки, а не нули и не рекомендуемые уставки.

11. Настройка ступеней и критериев завершения

11.1. Общая последовательность

21. Выберите режим нагружения в верхнем списке.
22. Добавьте требуемое число ступеней кнопкой «Добавить ступень».
23. Для каждой строки задайте целевой параметр, критерий перехода, параметр стабилизации и время.
24. При необходимости измените порядок кнопками «Передвинуть выше/ниже»; используйте «Дублировать» только после проверки исходной строки.
25. Убедитесь, что значения возрастают/убывают согласно методике и не превышают настроенные пределы прибора.

11.2. Время и автоматический переход

Для рабочих испытаний время берётся из методики. Для документационных тестов разрешались интервалы 1–3 минуты, но только если интерфейс их принимает и параметры безопасны. Программа содержит критерии стабилизации и подтверждает завершение по нескольким последовательным точкам; число подтверждающих точек задаётся в общих настройках экспериментов.

Важно. Кнопка «Следующая ступень» принудительно вызывает переход в поддерживаемых ступенчатых операциях. Нажимайте её только после проверки показаний и журнала; ручной переход может сократить требуемую выдержку.

12. Трёхосное сжатие

12.1. Общая подготовка

27. Выберите «Трёхосное сжатие (Дисперсные грунты)» или вариант для скального грунта.
28. Проверьте тип испытания: НН, КН, КД (прочностные или деформационные характеристики).
29. Проверьте состав стадий: ВФС, уплотнение, консолидация, девиаторное нагружение.
30. Проверьте схему установки давления: без мультипликатора, мультипликатор или ручной насос.
31. Сверьте флажки автоматической компенсации зазора, использования скорости по консолидации и анизотропии.

12.2. Водонасыщение / ВПД / ВФС

- Выберите метод ВФС либо метод противодавления в соответствии с методикой.
- Если используется критерий Скемптона, задайте параметр B; отключение завершения по Скемптону должно быть осознанным.
- Опция добавления ступеней при поровом давлении менее 300 кПа меняет автоматический сценарий; включайте её только по утверждённой схеме.
- Во время насыщения контролируйте поровое и всестороннее давление, объёмные каналы и журнал каждой ступени.

12.3. Консолидация

- Выберите изотропное или анизотропное состояние.
- Задайте бытовое давление, давление объекта и/или всестороннее давление согласно выбранному режиму.
- Автоматический расчёт давления проверяйте вручную; при некорректном бытовом давлении используйте только подтверждённое ручное значение.
- Следите за деформацией, давлением, временем и критерием стабилизации. Ручной переход — только после выдержки по методике.

12.4. Девиаторное нагружение

- Выберите кинематическое, кинематическое с разгрузкой либо статическое нагружение.
- Проверьте скорость, ступени, критерий максимальной деформации и/или давления.
- Определите действия по окончании: сброс всестороннего/порового давления и возврат траверсы. Не включайте автоматический возврат, если путь механически не свободен.
- Если всестороннее давление превышает допустимое, программная логика остановит нагружение до его снижения; оператор всё равно обязан остановить испытание и выяснить причину.

13. Компрессионные испытания

13.1. Статическая компрессия

32. Убедитесь, что тип камеры — «Одометр»; при несоответствии программа выдаёт предупреждение.
33. Выберите «Статическая компрессия» и сформируйте ступени вертикального давления.
34. Для каждой ступени задайте критерий перехода, стабилизацию и время.
35. Проверьте флажок «Подвести нагрузочную траверсу к образцу»: при запуске он может вызвать движение.
36. При необходимости просадки/набухания включите соответствующий режим и подготовьте подачу воды по методике.
37. Запустите испытание только после заполнения схемы и проверки текущих показаний.

13.2. Кинематическая компрессия и релаксация

В кинематическом режиме основным управляющим параметром является скорость перемещения; в методе релаксации — последовательность нагружения и критерий по давлению. Значения берутся из шаблона/методики и проверяются относительно максимальной скорости и нагрузки, настроенных для прибора.

13.3. Просадка, набухание и оттаивание

Интерфейс может остановиться на ожидаемом действии оператора и вывести сообщение о подаче воды или начале замачивания. Выполните физическое действие, а затем подтвердите в программе выполнение процедуры, чтобы продолжить испытание. Не интерпретируйте такую остановку как ошибку связи.

14. Одноплоскостной срез

38. Проверьте тип камеры «Одометр» и механическую сборку срезовой каретки.
39. Выберите статический или кинематический режим и задайте вертикальную нагрузку.
40. Для статического режима задайте ступени и критерии; для кинематического — рекомендованную скорость.
41. Проверьте опцию добавления ступеней до выполнения критерия завершения.
42. Проверьте автоматический возврат нагрузочной траверсы и срезовой каретки: путь должен быть свободен.
43. Для мёрзлых грунтов отдельно проверьте разгрузку срезовой каретки после смерзания.
44. Во время испытания контролируйте вертикальное/касательное давление и соответствующие деформации.

15. Управление испытанием

Команда	Фактическое назначение	Действия оператора
Начать	Передаёт запрос start выбранному эксперименту; может запустить автоматизацию и движение	До нажатия вслух/по чек-листу подтвердить схему, уставки, путь механизмов и аварийную остановку
Следующая ступень	В ступенчатых операциях вызывает принудительный переход	Использовать только после документированного решения и проверки выдержки
Завершить	Передаёт stop; в зависимости от стадии логика может приостановить, подготовить завершение или остановить испытание	Проверить журнал и состояние приводов; не считать испытание завершённым только по нажатию
Повторное «Начать»	Для поддерживаемых стадий возобновляет приостановленную операцию	Сначала устранить причину остановки и подтвердить безопасное состояние
Аварийная остановка/ сброс	Доступен в отдельных режимах/сервисном окне	При опасности приоритет у физического аварийной остановки и процедуры стенда

Критически важно. В проверенной Release-конфигурации на обычном экране отдельной кнопки «Пауза» нет. Ориентируйтесь на надписи «Начать», «Следующая ступень», «Завершить» и подтверждайте результат команды по журналу, показаниям и фактическому состоянию механики.

16. Контроль показаний, графиков, журнала и этапа

16.1. Непрерывный контроль

- Показания: давление, усилие/вертикальное давление, деформации, поровое давление, объёмы — в зависимости от конфигурации.
- Графики: отсутствие скачков, дрейфа, насыщения шкалы и рассогласования с журналом.
- Журнал: начало/окончание операции, номер ступени, ошибки, восстановление связи, автоматические переходы.
- Текущая строка схемы: подсветка должна соответствовать фактической стадии.
- Физический стенд: движение, шум, утечки и состояние аппаратуры контролируются независимо от интерфейса.

16.2. Когда немедленно остановить

- Неожиданное движение, рост давления/усилия или выход механизма к границе хода.
- Потеря связи, повторяющиеся таймауты или исчезновение карточки прибора.
- Сообщение о превышении допустимых пределов либо неизвестной ошибке.
- Неправдоподобный сигнал датчика, резкий скачок или зависание показаний.
- Утечка, разрушение образца/оснастки или иной небезопасный физический признак.

17. Сохранение результатов

Программа записывает табличные данные в CSV и для составных сценариев сохраняет JSON-конфигурацию эксперимента. В CSV записываются данные: время, режим, номер ступени и каналы давления, деформации и объёма. Фактический набор значимых каналов зависит от прибора.

45. До испытания проверьте путь «Файлы/данные» в настройках и права записи.
46. Назначьте уникальный лабораторный номер и не используйте запрещённые в имени файла символы.
47. После завершения дождитесь записи последней точки и сообщения о завершении.
48. Проверьте наличие CSV; для составного сценария — также experiment.json и связанных файлов стадий.
49. Скопируйте результат в утверждённый архив/протокол по процедуре лаборатории.
50. Тестовые результаты маркируйте как тестовые и не используйте как действительный протокол.

Примечание. Параметр «Использовать запятые вместо точек» влияет на десятичный разделитель в сохранённых значениях. Согласуйте его с системой обработки результатов.

18. Восстановление незавершённого испытания

Программа ищет файлы состояния в настроенном каталоге восстановления и показывает их число в строке состояния. Файлы включают XML-состояние и сохранённые шаблоны стадий. Повреждённые или несовместимые файлы могут быть отклонены.

18.1. Обычное восстановление

51. Не запускайте новый эксперимент на приборе, пока не выяснено происхождение незавершённого состояния.
52. Выполните «Система → Поиск экспериментов» и выберите запись, соответствующую прибору и образцу.
53. Сверьте лабораторный номер, тип испытания, последнюю стадию и показания.
54. Перед продолжением физически приведите стенд в состояние, совместимое с восстановленной стадией.

55. Если включено автоматическое продолжение после восстановления, контролируйте первое действие особенно внимательно; при сомнении отключите эту функцию через утверждённую конфигурацию.
56. После восстановления убедитесь, что новые точки дописываются к прежнему файлу, а не создают ошибочную отдельную серию.

18.2. Ручное восстановление связи

Окно «Ручное восстановление» содержит переподключение порта и отдельного прибора. Переподключение порта разрывает связь со всеми приборами этого порта; переподключение прибора во время испытания может вызвать ошибку связи. Используйте только после потери связи и после приведения стенда в безопасное состояние.

Запрет. Не выбирайте «Удалить файлы восстановления», пока не подтверждено, что все связанные испытания завершены и результаты сохранены. Удаление исключает штатное восстановление.

19. База данных и файлы

Объект	Назначение	Правило оператора
База данных	Выбор образцов и хранение связанных сведений	Сверять идентификатор; не выполнять массовые/необратимые изменения без резервной копии
Шаблоны испытаний	Повторное использование схем	Открывать утверждённую версию; сохранять изменения как новый файл
CSV	Измерительные точки	Проверять размер, дату, заголовки и последнюю точку
experiment.json	Конфигурация составного эксперимента	Хранить вместе со связанными CSV
Файлы восстановления	Состояние незавершённого испытания	Не редактировать вручную и не удалять до закрытия случая
Протоколы/ отчёты/архив	Публикация и длительное хранение	Использовать настроенные лабораторией пути и правила именования

20. Типовые сообщения и действия оператора

Сообщение/признак	Вероятный смысл	Действие

Сообщение/признак	Вероятный смысл	Действие
«Файл не может быть открыт. Операция прервана»	Недоступный/повреждённый шаблон	Не запускать; проверить путь и права, открыть проверенную копию
«Схема содержит ошибки и не может быть открыта»	Некорректная структура или параметры	Не исправлять вслепую; взять утверждённый шаблон или передать специалисту
«Параметры испытания превысили допустимые пределы»	Сработал программный контроль	Остановить физический процесс, проверить показания/установку; не возобновлять до устранения причины
«Произошла неизвестная ошибка. Испытание остановлено»	Критическая необработанная ошибка	Зафиксировать журнал, безопасно разгрузить стенд по инструкции, сохранить файлы для диагностики
«Связь с устройством была потеряна. Производится восстановление…»	Нет ответа прибора	Контролировать механическое состояние; проверить кабель/питание; не подавать новые команды
«Невозможно восстановить состояние этапа…»	Неполный/несовместимый файл восстановления	Не продолжать автоматически; сохранить файлы и привлечь ответственного специалиста
«Неправильный тип рабочей камеры»	Выбранный сценарий не соответствует настройке	Сверить физическую камеру; выбрать «Одометр» только для соответствующей сборки
Карточка прибора исчезла	COM-порт/питание/драйвер недоступны	Остановить действия, проверить стенд, затем выполнить повторный поиск

21. Безопасное завершение работы

57. Завершите или штатно остановите активную стадию; дождитесь подтверждения в журнале.
58. Убедитесь, что давление/усилие не растут и все механизмы остановлены.
59. Выполните предусмотренный схемой сброс давления и возврат только при свободном пути и безопасной оснастке.
60. Проверьте сохранение результатов и скопируйте их в утверждённое место.
61. Убедитесь, что в строке состояния нет необъяснённого незавершённого испытания.
62. Закройте вкладки испытаний и выберите «Файл → Выход» либо закройте главное окно.
63. Отключайте стенд и коммуникации только в порядке, установленном документацией на оборудование.

22. Сервисный режим, тарирование и изменение параметров

Для оператора. Сервисный режим предназначен для диагностики функциональных блоков, автоматических и ручных команд, тюнинга и просмотра показаний. Он может непосредственно двигать исполнительные механизмы и задавать целевые значения.

- Не выполнять тарирование или поверку датчиков без утверждённой процедуры, эталонов и полномочий.
- Не изменять коэффициенты датчиков, редукторов, мультипликации, фильтров и компенсаций.
- Не изменять прошивку и не отключать блокировки/защиты.
- Не использовать ручные команды сервисного окна для обычного испытания.
- При необходимости диагностики сохранить текущую конфигурацию и привлечь ответственного специалиста.

23. Краткая памятка оператора

Перед каждым испытанием. Пройдите все пункты; пропуск одного пункта требует остановки подготовки.

- ☐ Прибор и оснастка собраны по методике; кнопка "аварийная остановка" доступна.
- ☐ Кабель, питание и COM-порт исправны.
- ☐ В Geomatic выбран правильный прибор; состояние «Готово».
- ☐ Тип рабочей камеры совпадает с физической установкой.
- ☐ Лабораторный номер и параметры образца проверены.
- ☐ Загружена правильная схема/шаблон; каждая ступень просмотрена.
- ☐ Давления, усилия, скорости и ход не превышают подтверждённых пределов.
- ☐ Флажки автоматического движения/сброса соответствуют свободному пути механизмов.
- ☐ Текущие показания стабильны и физически правдоподобны.
- ☐ Каталоги результатов и восстановления доступны на запись.
- ☐ Оператор знает, как остановить процесс программно и физически.
- ☐ Журнал открыт; тестовые результаты будут явно маркированы как тестовые.

Приложение А. Что проверено фактически

Сценарий	Статус проверки	Комментарий
Запуск Release	Проверено	GM-DIGIT.exe запускается; главное окно отвечает

Сценарий	Статус проверки	Комментарий
Обнаружение прибора	Проверено	INSTR1@COM5, GMK-F2-D2-P2-T3, состояние «Готово»
Список испытаний	Проверено	Просмотрены компрессионные и трёхосные варианты
Форма образца	Проверено	Открыта форма компрессионного образца с шаблоном и двумя вариантами продолжения
Экран компрессионного испытания	Проверено без запуска	Проверены схема, шаблоны, управление, показания, график и журнал
Фактический запуск ступени	Не выполнялся	Схема была пуста; автоматическое подведение траверсы включено, запуск мог вызвать движение
Трёхосный/срезной запуск	По коду и UI-файлам	Названия, стадии и ограничения подтверждены исходным кодом; фактическое движение не выполнялось
Сохранение/восстановление	По коду	Форматы, пути и сообщения подтверждены реализацией; необратимые операции не выполнялись
Тарирование/сервис	Не выполнялись	В соответствии с ограничениями задания

Приложение Б. Быстрая реакция на нештатную ситуацию

64. Не нажимайте «Начать» или «Следующая ступень» повторно.
65. Остановите процесс программной командой, если это безопасно и интерфейс отвечает.
66. При опасном движении/росте давления используйте физический аварийную остановку по инструкции стенда.
67. Зафиксируйте показания, текущую стадию, время и последние строки журнала.
68. Проверьте отсутствие роста давления/усилия и приведите стенд в безопасное состояние.
69. Не удаляйте файлы результата и восстановления; передайте их ответственному специалисту.
70. Возобновляйте работу только после установленной причины и разрешения.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Статическое компрессионное испытание

Пошаговое руководство по настройке и выполнению в Geomatic / GM-DIGIT

Программа	Geomatic / GM-DIGIT 2.9, ревизия 920
Прибор	INSTR1@COM5; GMK-F2-D2-P2-T3
Сценарий	25 кПа вручную → 25 кПа по времени → 50 кПа по стабилизации
Назначение	Подготовка схемы, запуск, переходы между ступенями и штатное завершение
Учебный пример	Фактический прогон сохранён как иллюстрация; его результаты не являются протоколом образца

Самостоятельный раздел будущего единого руководства оператора

1. Для чего нужен этот раздел

После изучения раздела. Оператор сможет создать схему статической компрессии, назначить разные критерии перехода, запустить испытание, читать показания и журнал, а также проверить штатную разгрузку. Работы по тарировке, поверке, прошивке и изменению сервисных коэффициентов в этот порядок не входят.

Для объяснения интерфейса используется схема из трёх ступеней. Две первые строки имеют одинаковую нагрузку 25 кПа, поэтому хорошо видно, что переход зависит не только от нагрузки, но и от выбранного критерия. Третья строка показывает работу стабилизации при 50 кПа.

Ступень	Уставка	Критерий	Как выполняется переход
1	25 кПа	Вручную	Оператор нажимает «Следующая ступень» после требуемой выдержки
2	25 кПа	Время: 2 мин	Программа переходит дальше после истечения заданного времени
3	50 кПа	Стабилизация: 1,000 мм / 2 мин	Программа оценивает изменение деформации за заданное окно

Не переносите учебные нагрузки автоматически. Перед работой уставки выбирают по методике испытания, характеристикам образца и настроенным ограничениям прибора. В показанном учебном прогоне 50 кПа находились ниже настроенного предела 100 кПа, но это не является универсальным разрешением для других образцов.

2. Подготовка схемы

1. Откройте карточку прибора со статусом «Готово» и выберите «Компрессионное сжатие → Талые грунты».
2. Введите уникальный лабораторный номер и проверьте геометрию образца, шаблон, тип грунта и рабочую камеру «Одометр».
3. Выберите «Пользовательский ввод параметров испытания», чтобы поле задания вертикальной нагрузки было изначально пустым.
4. Добавьте три строки и задайте значения 25 / 25 / 50 кПа.
5. Назначьте критерии: вручную; время 2 минуты; стабилизация 1,000 мм за интервал 2 минуты.
6. Перед стартом отдельно проверьте флажки подведения траверсы и возврата в исходное положение.

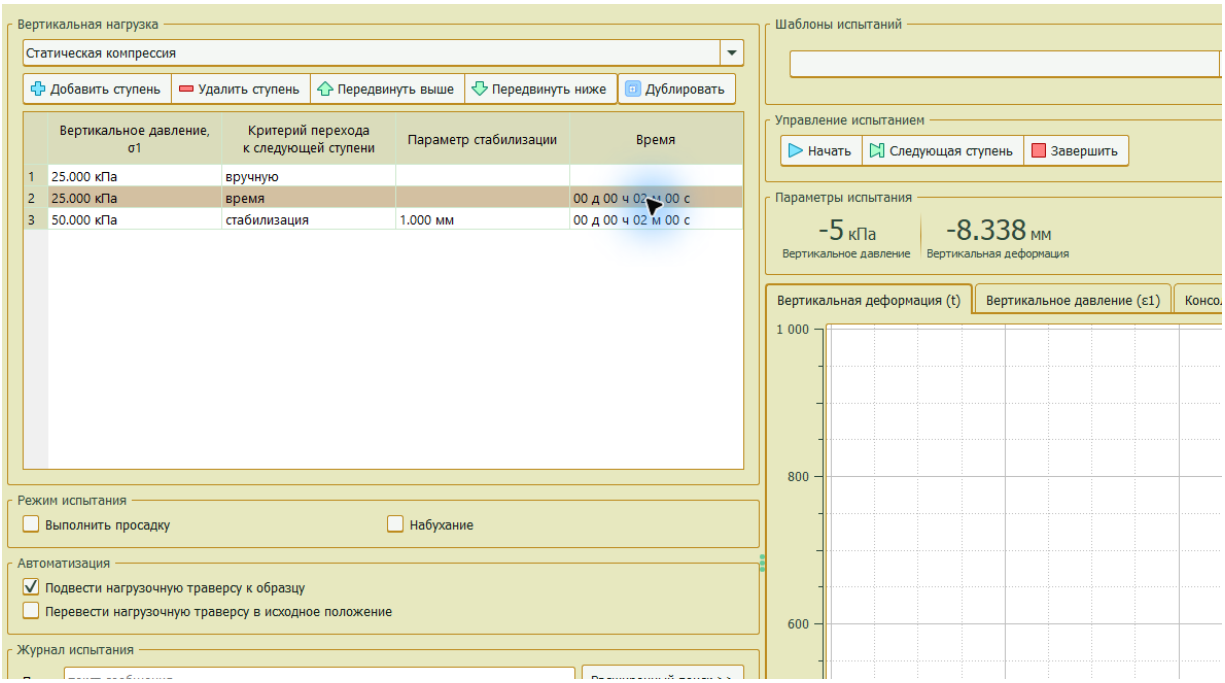


Рисунок К-1 — Проверенная схема 25 / 25 / 50 кПа с тремя различными критериями перехода.

2.1. Что означают столбцы таблицы ступеней

Столбец	Назначение
Вертикальное давление, σ1	Уставка вертикального давления, которую поддерживает прибор на ступени
Критерий перехода	Условие завершения ступени: команда оператора, истечение времени или стабилизация
Параметр стабилизации	Допустимое изменение деформации за выбранное окно; используется только для критерия «стабилизация»
Время	Длительность ступени для критерия «время» либо окно сравнения для стабилизации; при ручном критерии не используется

3. Кнопки редактора ступеней

Кнопка	Назначение	Практическое ограничение
Добавить ступень	Вставляет новую строку после выбранной	Новая строка получает значения по умолчанию; их нужно проверить
Удалить ступень	Удаляет выбранную строку	Перед удалением убедитесь, что выбрана нужная ступень

Кнопка	Назначение	Практическое ограничение
Передвинуть выше / ниже	Меняет порядок выполнения	После перемещения повторно проверьте всю последовательность
Дублировать	Копирует выбранную ступень	Копируются и нагрузка, и критерий; отличия задаются вручную

Редактирование ячейки. Выберите ячейку и откройте её двойным щелчком либо клавишей F2. Для нагрузки редактор содержит число и единицу измерения; для критерия — список «вручную / время / стабилизация». Поля параметра стабилизации и времени появляются только для соответствующего критерия.

4. Кнопки шаблонов

Элемент	Для чего нужен
Список шаблонов	Выбор сохранённой схемы испытания
Открыть	Загружает выбранный шаблон в редактор
Очистить	Удаляет текущие строки схемы с экрана
Сохранить	Перезаписывает выбранный шаблон после проверки
Сохранить как	Создаёт новый шаблон, не меняя утверждённый исходник
Корзина	Удаляет выбранный шаблон; применять только по принятой процедуре

5. Управление испытанием

Кнопка	Фактическое действие	Когда использовать
Начать	Запускает подготовительные операции и первую активную ступень	После проверки схемы, показаний, журнала и пути механизмов
Следующая ступень	Принудительно завершает текущую ступень	Для ручного критерия; для времени/стабилизации обычно не нажимать
Завершить	Посылает запрос остановки и запускает разрешённые финишные операции	При штатном окончании или контролируемой ранней остановке

Кнопка	Фактическое действие	Когда использовать
Сброс эксперимента	Показывается после завершения и запрашивает подтверждение сброса	Не является гарантированной разгрузкой; сначала проверить фактическое давление

Критически важно. Надпись «ЭКСПЕРИМЕНТ ЗАВЕРШЁН» подтверждает состояние сценария, но не гарантирует нулевую механическую нагрузку. После остановки обязательно смотрите на фактическое давление и журнал финишных операций.

6. Режимы и автоматизация

Флажок	Назначение	Что проверено
Выполнить просадку	Добавляет сценарий подачи воды/просадки	В тесте выключен
Набухание	Включает сценарий набухания	В тесте выключен
Подвести нагрузочную траверсу к образцу	До основной ступени выполняет автоматическую подстройку силовой рамы	В учебном примере включён; длительность зависит от исходного положения рамы
Перевести нагрузочную траверсу в исходное положение	После завершения поднимает вверх раму	В учебном примере выключён; журнал подтвердил возврат и завершение

7. Показания, графики и журнал

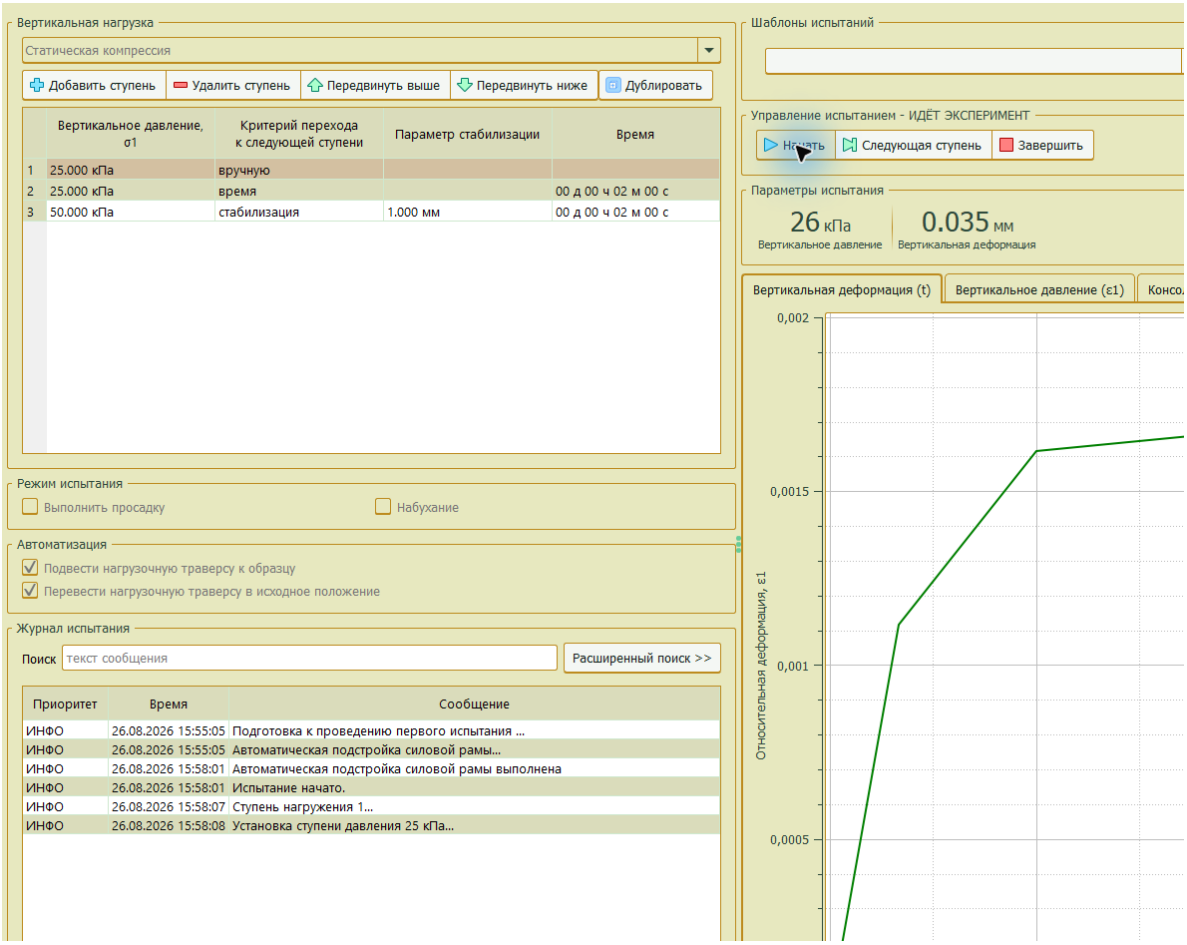


Рисунок К-2 — Первая ступень повторного прогона: около 26 кПа, 0,035 мм; активна строка ручного критерия, журнал фиксирует установку 25 кПа.

- Крупные индикаторы: фактическое вертикальное давление и вертикальная деформация.
- Вкладка «Вертикальная деформация (t)»: изменение деформации во времени.
- Вкладка «Вертикальное давление (ε1)»: связь нагрузки и относительной деформации.
- Вкладка «Консолидация»: представление данных для оценки консолидационного поведения.
- Журнал: подготовка, начало испытания, номер ступени, установка давления, автоматический переход и завершение.
- Поиск / «Расширенный поиск»: фильтрация сообщений; не изменяет ход испытания.
- Кнопка «Образец»: просмотр сведений об образце во время работы.

8. Как работают три критерия перехода

8.1. Ручной переход

При ручном критерии программа сама не решает, когда заканчивать ступень. Оператор контролирует методику, показания и журнал, затем нажимает «Следующая ступень». Эта кнопка не является паузой:

она завершает текущую ступень и запускает следующую. В учебном примере команда дана при показаниях около 26 кПа и 0,035 мм.

8.2. Переход по времени

При критерии «время» переход выполняется без кнопки оператора после истечения указанной длительности. В учебном примере вторая строка имела уставку 25 кПа и время 2 минуты: журнал зафиксировал начало ступени 2 в 15:58:32 и автоматическое начало ступени 3 в 16:00:32.

8.3. Переход по стабилизации

При критерии «стабилизация» программа сначала накапливает данные за указанное окно, затем сравнивает изменение деформации с заданным параметром. В учебном примере использованы 50 кПа, 1,000 мм и 2 минуты: ступень началась в 16:00:32, а в 16:02:32 журнал записал «Критерий стабилизации выполнен» без команды оператора.

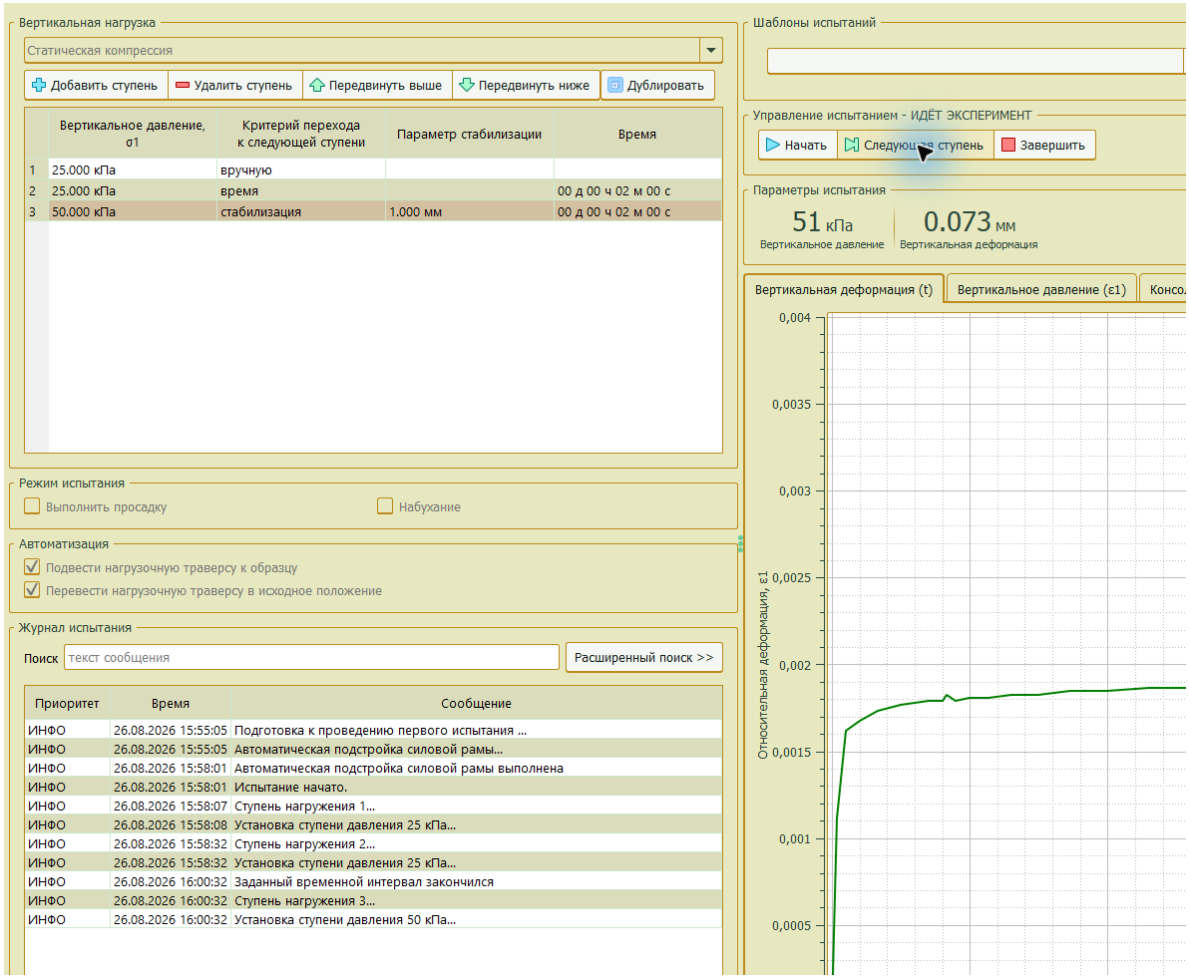


Рисунок К-3 — Автоматический переход на третью ступень: в журнале окончание двухминутного интервала и установка 50 кПа.

9. Как контролировать нагрузку и отклонение

Во время работы сравнивайте три величины: заданное значение в таблице, текущее округлённое показание на экране и значения в сохраняемом CSV. Небольшое отклонение регулятора от заданного возможно, но его допустимость определяется методикой и ограничениями прибора. В учебном примере при уставке 50 кПа экран показывал около 51 кПа.

Правило оператора. Небольшое отклонение вокруг заданного значения оценивают относительно утверждённого предела установки. Если рост продолжается, превышается допустимый предел, появляется ошибка либо движение выглядит нештатно — остановить процесс и использовать физический аварийную остановку по инструкции стенда.

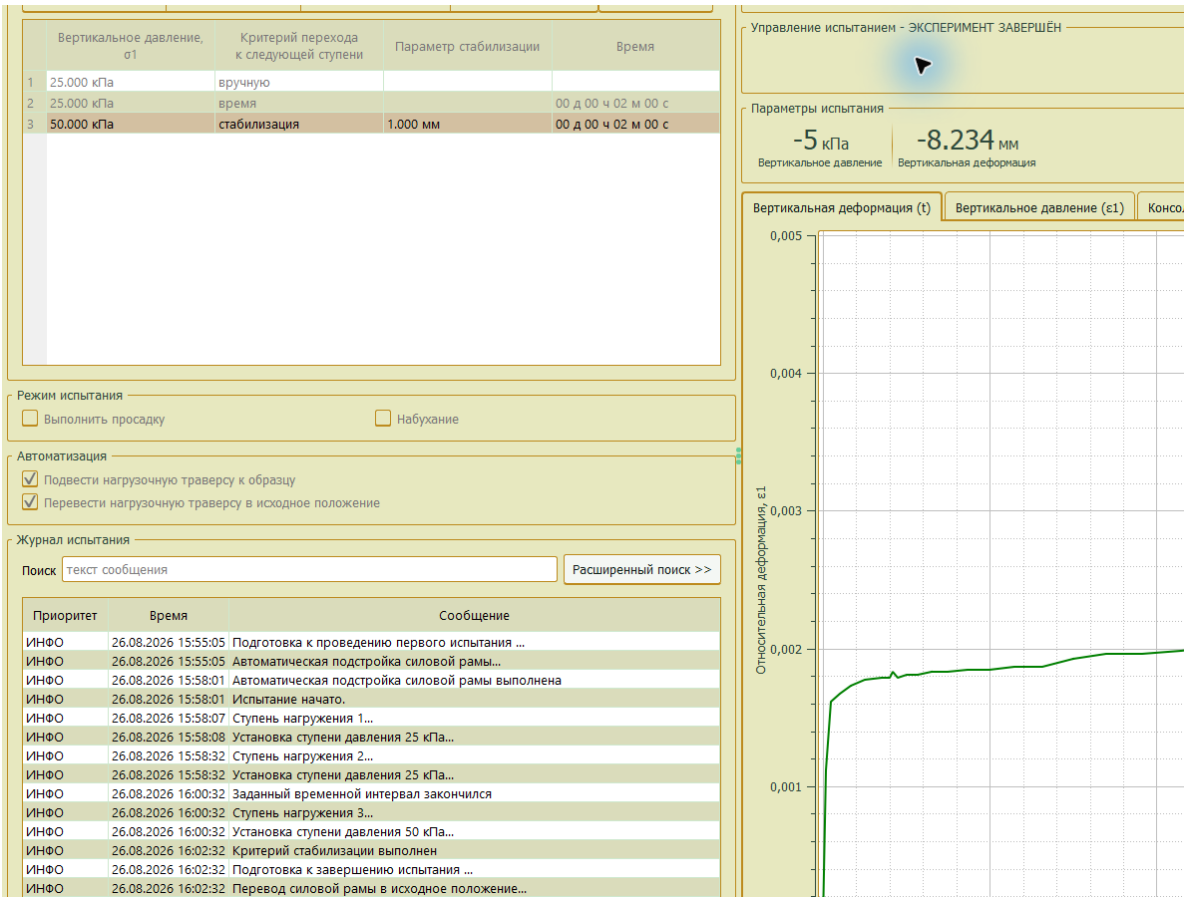


Рисунок К-4 — Штатный итог: критерий стабилизации выполнен, рама переведена в исходное положение, испытание завершено.

10. Как выполнить штатную разгрузку и возврат

Если после испытания требуется автоматическая разгрузка прибора, установите флажок «Перевести нагрузочную траверсу в исходное положение» до нажатия «Начать». После последней ступени дождитесь сообщений о переводе рамы и завершении испытания. В учебном примере эти сообщения появились в 16:02:32 и 16:02:40; финальные −5 кПа и −8,234 мм относятся к отведённой раме, а не к рабочей ступени.

Рекомендация. В обычной работе задавайте требуемое действие после испытания до нажатия «Начать». Не используйте дополнительный разгрузочный сценарий как универсальную замену штатной процедуре без разрешения ответственного специалиста.

11. Данные учебного прогона

Основной CSV	D:\projects\pg-test\PROTOCOLS\INSTR1@COM5-2026-08-26-15-55-D1-TEST-COMP-50-20260826-R2.csv
Точек	39
Длительность записи	29,367 мин, включая длительный автоматический подвод после парковки
Диапазон давления	4,321…51,154 кПа
Максимальная деформация	0,080 мм
Ступени 2 и 3	По 2,000 мин каждая; оба автоматических критерия подтверждены журналом

Зачем сохранены эти данные. Они позволяют сопоставить интерфейс, журнал и CSV при подготовке единого руководства. Первые 24,967 минуты файла относятся к автоматическому подводу рамы из ранее припаркованного положения. Измерительные интервалы ступеней считаются отдельно: временная ступень — 2 минуты, стабилизационная ступень — 2 минуты.

12. Краткая памятка оператора

- ☐ Прибор «Готово», рабочая камера соответствует одометру.
- ☐ Лабораторный номер тестовый и уникальный.

- ☐ Каждая строка проверена: нагрузка, критерий, параметр, время.
- ☐ Подведение и возврат траверсы осознанно включены или выключены.
- ☐ До старта показания физически правдоподобны, журнал без ошибок.
- ☐ «Следующая ступень» применяется для ручного перехода, а не как пауза.
- ☐ После «Завершить» проверены давление и журнал парковки.
- ☐ CSV найден, тестовые результаты не используются как действительный протокол.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Специальные режимы компрессии

Мёрзлые грунты, просадка, набухание и оттаивание

Программа	Geomatic / GM-DIGIT 2.9, ревизия 920
Сборка	Release от 15.06.2026; GM-DIGIT.exe
Назначение	Объяснение кнопок, флажков и изменения схемы до запуска испытания
Проверка	Экраны настройки сопоставлены с веткой geomatic; физические режимы не запускались
Статус	Учебный раздел руководства оператора, не лабораторный протокол

Самостоятельный раздел будущего единого руководства оператора

1. Что описывает этот раздел

Граница проверки. Раздел объясняет, как элементы интерфейса меняют подготовленную схему и в какой момент программа ожидает физическое действие оператора.

Названия кнопок приведены так, как они отображаются в Release-сборке. Логика автоматического добавления ступеней, остановки перед замачиванием и полуавтоматического оттаивания проверена по исходному коду ветки geomatic. Назначение температуры, давления и длительности выполняют по утверждённой методике лаборатории, а не по значениям из этого примера.

2. Кнопка «Мерзлые грунты»



Рисунок С-1 — Выбор компрессионного испытания: «Талые грунты» и «Мерзлые грунты».

Кнопка «Мерзлые грунты» создаёт компрессионное испытание для мёрзлого образца. В карточке нового образца программа автоматически выбирает признак «Мёрзлый». Значение нужно всё равно проверить вместе с лабораторным номером, высотой, диаметром и давлениями образца.

Элемент	Что делает	Что должен проверить оператор
Талые грунты	Открывает обычную компрессию	Доступны флажки просадки и набухания
Мерзлые грунты	Открывает статическую компрессию мёрзлого грунта	Появляется флажок «Оттаивание»; просадка и набухание скрыты
Значок одной или двух камер	Зависит от конфигурации подключённого прибора	В какой вкладке и на какой силовой раме будет работать образец

3. Где находятся специальные флажки

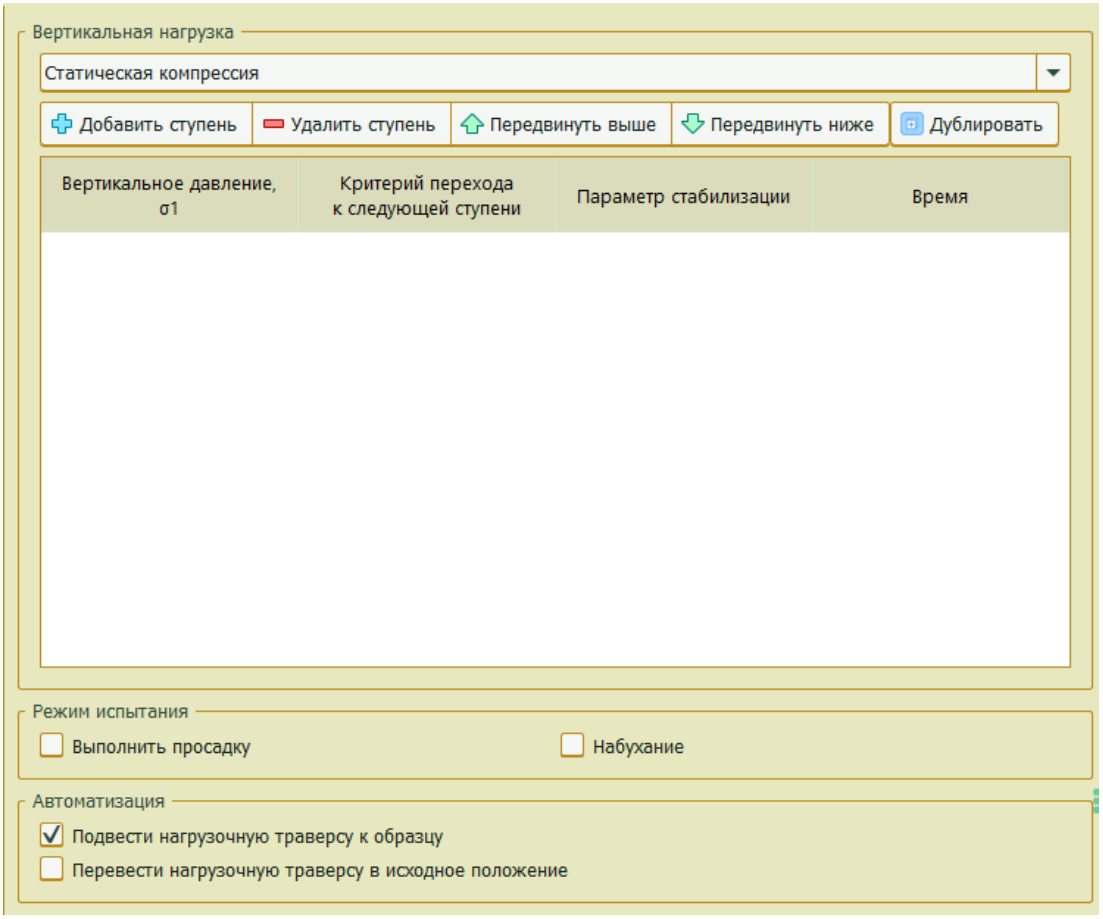


Рисунок С-2 — Левая часть окна обычной компрессии: редактор ступеней, режим испытания и автоматизация.



Рисунок С-3 — Флажки «Выполнить просадку» и «Набухание» в обычной компрессии.

Выбранный вариант	Что видно в блоке «Режим испытания»
Обычная статическая компрессия	«Выполнить просадку» и «Набухание»
Кинематическая компрессия	«Выполнить просадку» скрывается; состав элементов зависит от выбранного режима
Компрессия мёрзлого грунта	«Оттаивание»; флажки просадки и набухания скрываются

Важно. Флажок — часть схемы испытания. Его включают и проверяют до кнопки «Начать». После изменения режима повторно просмотрите все строки таблицы: программа может добавить или нормализовать специальные ступени.

4. Флажок «Выполнить просадку»

Флажок предназначен для замачивания образца под нагрузкой после завершения последней заранее заданной ступени. Это не команда немедленной подачи воды и не отдельная кнопка запуска насоса: программа только меняет последовательность испытания и показывает оператору сообщение.

4.1. Что изменяет программа

1. Обычное автоматическое завершение после последней ступени отключается.
2. Когда последняя заданная ступень окончена, появляется сообщение «Подайте воду, чтобы выполнить просадку». Для двухрамного прибора в сообщении указана первая или вторая силовая рама.
3. После подтверждения сообщения программа добавляет две строки с нагрузкой последней ступени: ручную ступень замачивания и следующую ступень, повторяющую исходные параметры выдержки.
4. Через короткую служебную задержку программа переходит на ручную ступень и отмечает данные как этап замоченной компрессии.
5. Переход с ручной ступени выполняет оператор кнопкой «Следующая ступень» только после проведения водонасыщения образца.

Что означает «ОК» в сообщении. Нажимайте «ОК» после фактической подачи воды и проверки нужной камеры. Подтверждение запускает продолжение сценария; это не нейтральное закрытие справочного окна.

4.2. Порядок настройки просадки до запуска

6. Выберите обычную статическую компрессию, а не вариант мёрзлого грунта.
7. Создайте и проверьте основную последовательность ступеней. Последняя строка должна соответствовать нагрузке, при которой выполняется замачивание.
8. Установите флажок «Выполнить просадку». Убедитесь, что флажок отображается именно на вкладке нужной силовой рамы.
9. Решите заранее, каким наблюдаемым условием оператор завершит ручную ступень. Программа не заменяет лабораторную методику.
10. Проверьте доступ к воде и возможность подачи в нужную камеру, но не начинайте замачивание до сообщения программы.
11. Если выполняется только осмотр интерфейса, не нажимайте «Начать».

5. Флажок «Набухание»

«Набухание» включает отдельную предварительную операцию регистрации вертикальной деформации. На экране появляется редактор ступеней набухания. Этот флажок не является другим названием просадки: режимы имеют разную последовательность и разные данные.

Столбец редактора набухания	Назначение
Критерий перехода	Вручную, по времени или по стабилизации
Параметр стабилизации	Допустимое изменение: абсолютная деформация в мм, относительная деформация в % либо давление в кПа
Время	Длительность ступени либо окно оценки стабилизации; для ручного критерия не используется

При включении набухания программа активирует операцию деформации и сохраняет вертикальное давление, абсолютную и относительную деформацию. Внутренняя последовательность обнуления датчика деформации также меняется, поэтому исходную точку и правдоподобность показаний нужно проверить до старта.

Практическое правило. Не оставляйте таблицу набухания пустой: проверка программы требует хотя бы одну ступень. Значения критерия и времени задавайте по методике испытания; стандартные значения интерфейса не считаются утверждённой схемой.

5.1. Кнопки редактора набухания

Кнопка	Действие	Контроль после нажатия
Добавить ступень	Вставляет новую строку	Задать критерий, параметр и время
Удалить ступень	Удаляет выделенную строку	Убедиться, что осталась полная последовательность
Передвинуть выше / ниже	Меняет порядок ступеней	Повторно прочитать схему сверху вниз
Дублировать	Копирует выбранную строку	Изменить отличающиеся параметры копии

6. Флажок «Оттаивание» для мёрзлого грунта

Полуавтоматический режим. GM-DIGIT не считывает температуру образца в этом сценарии. Программа поддерживает нагрузку, добавляет специальные ступени и ждёт решения оператора; управление температурой выполняется вне программы по лабораторной методике.

6.1. Что происходит при включении

Ступень	Как программа подготавливает строку	Назначение
1. Мёрзлый грунт	Статическая нагрузка, критерий стабилизации	Получение состояния мёрзлого образца
2. Оттаивание	Та же нагрузка, ручной критерий	Оператор повышает температуру и сам определяет окончание оттаивания
3. После оттаивания	Та же нагрузка, критерий стабилизации	Фиксация состояния оттаявшего грунта после ручного перехода

Если таблица была пустой, программа создаёт первую ступень с программным значением 50 кПа и временем стабилизации 5 минут. При включении «Оттаивания» добавляются ещё две ступени с тем же давлением. Если строки уже существовали, программа проверяет и может изменить критерии первых трёх строк. Это поведение программы, а не рекомендация применять 50 кПа и 5 минут к любому образцу.

Обязательная проверка. После установки флажка перечитайте все три строки. Не запускайте испытание, пока давление, критерии и время не сверены с методикой и пределами прибора.

6.2. Как проходит ручная часть

12. После завершения первой ступени программа приостанавливает переход и показывает сообщение о начале повышения температуры.
13. Убедитесь, что выбрана правильная силовая рама, начните предусмотренное методикой внешнее нагревание и только после этого нажмите «ОК».
14. Программа переводит данные в режим оттаявшей компрессии и переходит на ручную ступень оттаивания.
15. Контролируйте внешнюю температуру, давление, деформацию и журнал. GM-DIGIT сам не определяет, что образец полностью оттаял.
16. После выполнения лабораторного критерия нажмите «Следующая ступень». Начнётся третья, стабилизационная ступень.
17. После выполнения критерия стабилизации программа завершает основную операцию и выполняет заранее включённые финишные действия.

7. Назначение связанных кнопок

7.1. Управление испытанием

Элемент	Для чего нужен	Особенность специальных режимов
Начать	Запускает подготовительные и активные операции	Не использовать для простого осмотра интерфейса
Следующая ступень	Завершает текущую ручную ступень	Нужна при просадке и ручной части оттаивания; это не пауза
Завершить	Запрашивает остановку сценария	После остановки проверять фактическую нагрузку и журнал
Образец	Открывает параметры образца	Проверить признак «Мёрзлый» и правильную камеру

7.2. Работа с шаблонами

Элемент	Для чего нужен	Особенность специальных режимов
Открыть	Загружает выбранный шаблон	Загруженная схема может изменить специальные ступени
Очистить	Очищает текущую схему на экране	После очистки мёрзлый режим может создать обязательную первую ступень заново
Сохранить	Перезаписывает выбранный шаблон	Использовать только после полной проверки
Сохранить как	Создаёт новый шаблон	Предпочтительно для учебной или изменённой схемы
Корзина	Удаляет выбранный шаблон	Не нужна для настройки; удаление не выполнять без принятой процедуры

8. Как изучить экран без выполнения эксперимента

18. Откройте карточку подключённого прибора со статусом «Готово».
19. Выберите «Компрессионное сжатие», затем требуемую кнопку «Талые грунты» или «Мерзлые грунты».
20. Введите тестовый уникальный номер и выберите «Пользовательский ввод параметров испытания».
21. На экране настроек установите нужный флажок и посмотрите, какие редакторы и ступени появились.
22. Сверьте подписи, значения и выбранную силовую раму. Для фиксации примера используйте «Сохранить как», если шаблон действительно нужен.
23. Не нажимайте «Начать». Закройте карточку испытания или вернитесь к выбору режима штатной кнопкой интерфейса.

9. Краткая памятка оператора

- ☐ Выбран правильный тип: обычная компрессия или мёрзлый грунт.
- ☐ Проверены лабораторный номер, геометрия и признак состояния грунта.
- ☐ После включения специального флажка перечитана вся таблица ступеней.
- ☐ Просадка: вода подаётся только после сообщения программы и в правильную камеру.
- ☐ Набухание: задана хотя бы одна ступень и проверена исходная точка деформации.
- ☐ Оттаивание: есть внешний контроль температуры; программа температуру не измеряет.
- ☐ Кнопка «Следующая ступень» нажимается только после выполнения ручного критерия.
- ☐ Для осмотра интерфейса кнопка «Начать» не нажимается.

10. Что проверено для этого раздела

Источник	Подтверждено
Release-сборка	Экран выбора «Талые грунты / Мерзлые грунты», расположение флажков просадки и набухания, общий редактор и кнопки управления
Ветка geomatic	Видимость флажков, добавление специальных ступеней, тексты сообщений, отсутствие чтения температуры, запись режимов в данные
Не выполнялось	Подача воды, регистрация набухания, нагрев и оттаивание, движение рамы в этих специальных сценариях

Статус раздела. Интерфейс и программная последовательность описаны для обучения оператора. Перед включением физических режимов требуется отдельная проверка на безопасном образце с ответственным специалистом.

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА

Трёхосное испытание

ВФС, консолидация, уплотнение, девиатор и скальные грунты

Программа	Geomatic / GM-DIGIT 2.9, ревизия 920
Сборка	Release от 15.06.2026; GM-DIGIT.exe
Назначение	Настройка стадий и объяснение элементов интерфейса
Учебный предел примера	До 200 кПа — только для ранее рассмотренной схемы дисперсного грунта
Фактический запуск	Не выполнялся: получены только статические снимки настроек без запуска оборудования

Отдельный раздел будущего единого руководства; не является протоколом испытания

1. Что оператор получает на экране

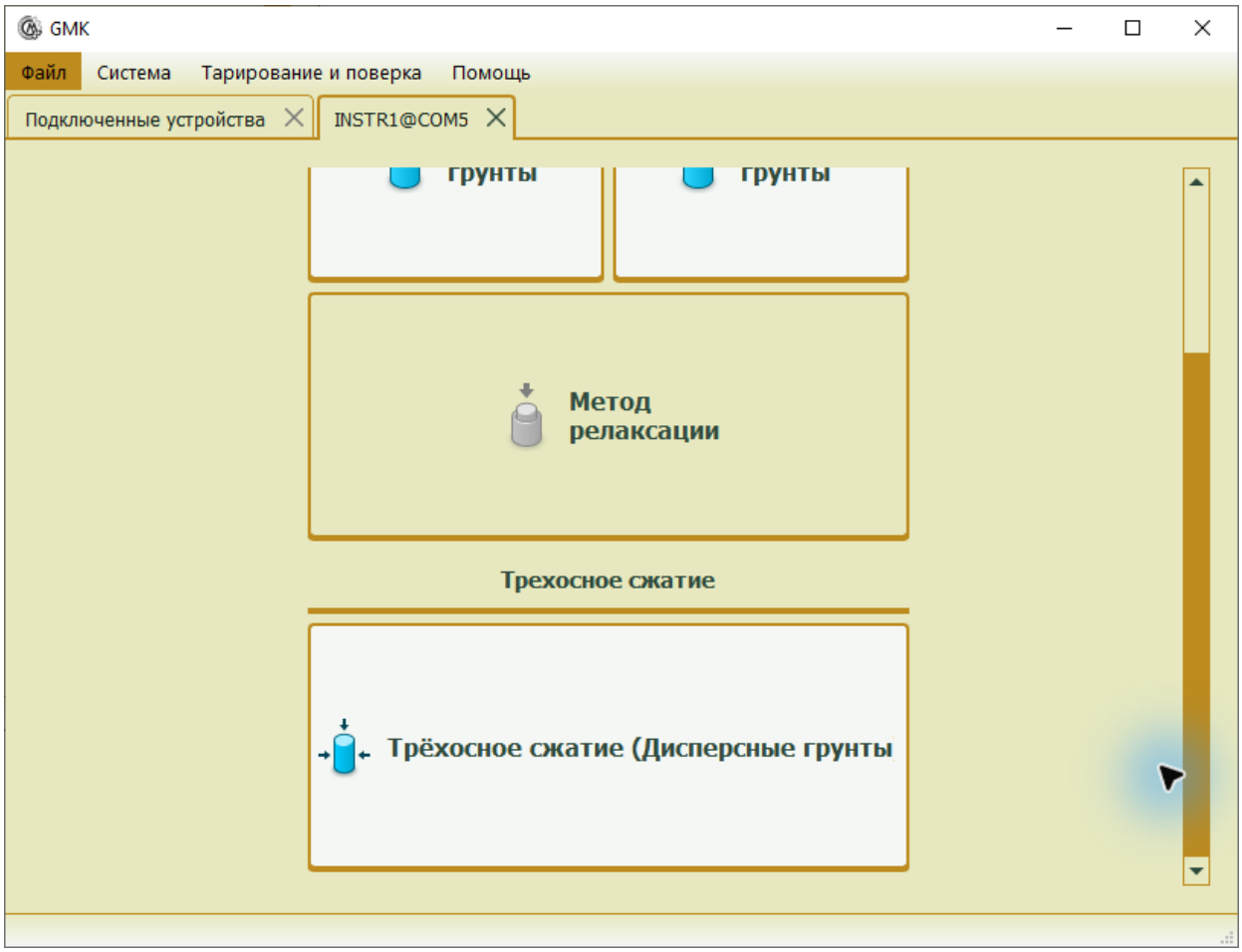


Рисунок Т-1 — Кнопка «Трёхосное сжатие (Дисперсные грунты)» в Release-сборке.

После выбора трёхосного сжатия открывается единая карточка испытания. В верхней части задаются тип испытания, режим перехода между стадиями и состав стадий. Ниже появляются вкладки выбранных стадий. Настройку выполняют слева направо: сначала образец и схема, затем таблицы каждой стадии, после этого — действия до и после испытания.

Настройка	→	**Стадия 1**	→	**Стадия 2**	→	**Стадия 3**
Образец и тип		ВФС (если включено)		Консолидация ИЛИ уплотнение (если включено)		Девиатор

Граница этого раздела. Всестороннее давление до 200 кПа разрешено как безопасный учебный предел, но в данном сеансе не создавалось: окно GM-DIGIT перестало передавать изображение. Вертикальная нагрузка, кинематика и цикл нагрузка–разгрузка также не запускались.

2. Общие настройки карточки

Элемент	Назначение	Практическое действие
Режим: Вручную	После завершения стадии следующая не стартует сама	Использовать при обучении и проверке схемы
Режим: Автоматически	Связывает окончание выбранной стадии с запуском следующей	Включать только после проверки всех вкладок
Тип испытания	Выбирает НН, КН, КД для прочностных или деформационных характеристик	Сверить с заданием и методикой
Восстановление фазового состава	Добавляет вкладку «ВФС»	Не включать, если стадия не предусмотрена
Консолидация / Уплотнение	Выбирает один из двух вариантов второй стадии	Одновременно используется только выбранный вариант
Девиаторное нагружение	Добавляет заключительную вкладку осевого нагружения	Можно снять флажок для проверки только давления
Образец	Открывает карточку размеров и характеристик	Проверить номер, диаметр, высоту, глубину и давления
Шаблоны испытаний	Открыть, очистить, сохранить или сохранить как	Учебную схему сохранять отдельным именем

Кнопки редактора ступеней — добавить, удалить, переместить вверх/вниз и дублировать — работают так же, как в разделе «Статическая компрессия». После любого изменения перечитайте таблицу сверху вниз: порядок строк является порядком выполнения.

3. Карточка образца и тип испытания

Поле	Для чего нужно
Диаметр и высота	Используются при пересчёте усилия в осевое напряжение и относительную деформацию
Тип грунта	Для этого пункта выбирают «Дисперсный»
Глубина	Характеристика отбора образца
Бытовое давление	Исходная характеристика напряжённого состояния
Плотность	Параметр образца для расчётов и протокола
Давление от сооружения	Используется в расчётных настройках, если предусмотрено методикой

3.1. Четыре варианта в списке «Тип испытания»

Вариант интерфейса	Смысл выбора для оператора
НН — неконсолидированное-недренированное	Схема без предварительной консолидации по принятой методике; метод противодавления на ВФС недоступен
КН — консолидированное-недренированное	Предварительная консолидация с последующим недренированным девиаторным нагружением
КД — прочностные характеристики	Консолидированно-дренированная схема для прочностной части
КД — деформационные характеристики	Консолидированно-дренированная схема для деформационной части; автоматическая компенсация зазора программно снимается

Не выбирайте тип по названию документа. Тип задаёт дренирование и доступность частей схемы. Его берут из лабораторного задания. После изменения типа снова проверьте ВФС, консолидацию и параметры девиатора.

4. Стадия «ВФС»

Вкладка содержит два способа восстановления фазового состава: основной блок «Метод ВФС» и включаемый блок «Метод противодавления». В обоих случаях строки выполняются по порядку; таблица противодавления задаёт одновременно всестороннее и дифференциальное давление.

Элемент	Что означает
Всестороннее давление σ3	Цель давления в камере для текущей ступени
Дифференциальное давление σ3 − u	Разность всестороннего и порового давления в методе противодавления
Критерий перехода	Вручную, по времени или по стабилизации
Параметр стабилизации	Допустимое изменение: абсолютное в кПа либо относительное в процентах
Время	Длительность ступени или окно оценки стабилизации
Не завершать по Скемптону	Отключает завершение ВФС по вспомогательному параметру Скемптона
Задать параметр B	Разрешает ввести собственную границу B; поле принимает значения до 1
Добавить ступени, если порового менее 300 кПа	Разрешает программно продолжить набор ступеней при указанном условии

Это не готовая методика. Число 300 кПа — подпись программного флажка, а не разрешение автоматически применять такое давление. Цели ВФС и параметр B назначает ответственный специалист.

5. Стадия «Консолидация»

В обычной консолидации таблица имеет четыре столбца: «Всестороннее давление σ3», «Критерий завершения ступени», «Параметр стабилизации» и «Время». Для промежуточных строк программа использует время; критерий и параметр редактируются у последней строки. Это отличие важно учитывать при подготовке многоступенчатой схемы.

Элемент	Назначение
Консолидация / Анизотропное состояние	Переключает табличную консолидацию и отдельный расчёт анизотропного состояния
Задать всестороннее давление	В анизотропном варианте включает собственное значение давления камеры
Бытовое давление	Исходная составляющая напряжения
Давление анизотропного состояния	Дополнительная осевая составляющая анизотропии
Давление объекта	Добавочная нагрузка от сооружения
Подвести нагрузочную траверсу к образцу	Включает подготовительную операцию контакта траверсы
Рассчитать давление консолидации автоматически	Передаёт выбор нагрузки логике программы

5.1. Учебная схема до 200 кПа

Ступень	σ3, кПа	Критерий	Время	Статус в этом сеансе
1	50	По времени	1 мин	Не запускалась
2	100	По времени	1 мин	Не запускалась
3	200	По стабилизации	По методике	Не запускалась

Эта таблица показывает, как разложить разрешённый предел на три возрастающие цели. Она не подтверждает достижение 200 кПа и не является рекомендацией по выдержке. Для реального опыта критерий последней ступени и время назначают по методике.

1. Выберите ручной переход между стадиями и временно снимите флажок «Девиаторное нагружение».
2. Добавьте три строки и задайте 50, 100 и 200 кПа. Проверьте единицы — именно кПа.

3. Для первых двух строк задайте короткую учебную выдержку только при разрешении ответственного специалиста.
4. У последней строки выберите утверждённый критерий завершения. Если он не определён, испытание не запускать.
5. Перед «Начать» сверить нулевые показания, соединения, пределы конфигурации, свободный ход и готовность аварийной остановки.
6. Во время набора давления следить одновременно за текущим σ3, журналом и состоянием прибора; при несоответствии остановить испытание.

6. Стадия «Уплотнение»

«Уплотнение» — альтернативная стадия для неводонасыщенных грунтов. При её выборе вкладка «Консолидация» заменяется, а ВФС в этой схеме скрывается. Редактор ступеней допускает для каждой строки ручной критерий, время или стабилизацию.

Столбец	Что задаётся
Всестороннее давление σ3	Целевое давление камеры для строки
Критерий перехода	Вручную, по времени или по стабилизации
Параметр стабилизации	Абсолютное изменение объёма в см³ либо относительное изменение в процентах
Время	Выдержка или интервал оценки стабилизации

В отличие от обычной консолидации здесь критерий каждой строки редактируется непосредственно. Кнопки добавления, удаления, перемещения и дублирования те же, что уже описаны в руководстве по компрессии.

Консолидация и уплотнение не складываются. Это взаимоисключающие варианты стадий. Если включить один, программа заменяет вкладку другого. После переключения обязательно проверьте таблицу заново.

7. Стадия «Девиаторное нагружение»

Тип нагружения	Что отображает редактор	Запуск в этом разделе
Кинематическое	Скорость нагружения и целевая деформация	Только настройка
Кинематическое с разгрузкой	Последовательность скоростей и целей по давлению или деформации	Только настройка
Статическое	Ступени осевого давления с критериями	Не выполнялось; аналогично статической компрессии

7.1. Обычная кинематика — показать, но не запускать

1. В списке «Тип нагружения» выберите «Кинематическое нагружение».
2. В строке редактора задайте скорость движения, мм/мин. Не путайте её с давлением и временем.
3. Задайте целевую относительную деформацию в процентах.
4. Если включён флажок «Использовать скорость нагружения по результатам консолидации», программа подставляет расчётную скорость; проверьте изменившееся значение.
5. Для демонстрации остановитесь на этом месте: кнопку «Начать» не нажимайте.

Поле	Программная проверка
Скорость нагружения	Нулевое или чрезмерно большое значение заменяется программным значением; рабочую скорость всё равно назначают по методике
Целевая деформация	Определяет условие завершения обычной кинематики
Автоматическая компенсация зазора	Включает подготовительную компенсацию перед девиаторной стадией
Выполнить анизотропию	Добавляет достижение заданного дополнительного вертикального эффективного напряжения

7.2. Кинематическая нагрузка с разгрузкой

Редактор содержит три столбца: «Скорость нагружения», «Критерий завершения» и «Целевое значение». Каждая строка задаёт отдельный участок движения траверсы. Критерий выбирается по осевому давлению или по относительной деформации.

Строка примера	Скорость	Критерий	Цель	Что произойдёт при реальном запуске
1. Нагрузка	по методике	Давление	P1	Движение к большей цели
2. Разгрузка	по методике	Давление	P2 < P1	Движение вверх к меньшему давлению
3. Повторная нагрузка	по методике	Давление или деформация	P3 > P2 или ε3	Новый участок нагружения

Главное правило разгрузки. Разгрузку задают следующей строкой с критерием «Давление» и меньшей целью. По критерию деформации программа может двигаться только к увеличению деформации; попытка разгрузки по деформации будет пропущена.

При выборе этого режима программа создаёт три начальные строки: две строки по давлению и заключительную строку по деформации. Это заготовка, а не утверждённый цикл. Каждую цель нужно заменить значением из методики. Первые три строки по давлению программно ограничиваются скоростью не выше 0,02 мм/мин, даже если в таблице указано больше.

7.3. Статическая вертикальная нагрузка

Статический редактор работает по знакомой схеме: осевое давление, критерий перехода, параметр стабилизации и время. Кнопки строк и логика ручного перехода уже описаны в разделе «Статическая компрессия», поэтому здесь они не повторяются подробно. Вертикальные ступени в этом сеансе не выполнялись.

Не переносите давление камеры в столбец осевой нагрузки. Всестороннее давление σ3 и осевое напряжение — разные каналы. Значение 200 кПа в этом руководстве относится только к учебному давлению камеры.

8. Связанные флажки девиаторной стадии

Элемент	Когда применяется	Что делает
Установка давления	Для варианта, где доступен выбор источника	Выбирает: без мультипликатора, мультипликатор или ручной насос (случай скальных грунтов)
Автоматическая компенсация зазора	До активного нагружения	Включает подготовительную операцию компенсации

Элемент	Когда применяется	Что делает
Скорость по консолидации	Для обычной кинематики	Переносит рассчитанную скорость из результатов консолидации
Выполнить анизотропию	При предусмотренном методикой состоянии	Включает дополнительную осевую составляющую до основной части
Добавлять ступень до критерия	Для статического режима	Автоматически добавляет следующую ступень с заданным приростом
Задать всестороннее давление	Перед девиаторной стадией	Включает установку отдельной цели давления камеры
Подвести траверсу	Перед девиаторной стадией	Включает автоматический контакт траверсы с образцом
Сбросить давления	После завершения	Включает разгрузку всестороннего и порового давления
Траверса в исходное положение	После завершения	Включает движение вверх нагрузочной рамы

Ручной насос. При ручной установке программа выводит требуемое давление, но физическое действие выполняет оператор. Не подтверждайте продолжение, пока давление фактически не установлено и не проверено.

9. Кнопки управления и показания

Элемент	Краткое назначение
Начать	Проверяет схему и запускает подготовительные, основные и финишные операции выбранной стадии
Пауза / продолжить	Временно останавливает поддерживаемую текущую операцию и затем возобновляет её
Следующая ступень	Завершает текущую ручную ступень или переводит ступенчатую операцию дальше
Завершить	Запрашивает штатную остановку испытания
Аварийный сброс	Используется при аварийной ситуации по принятой процедуре лаборатории

Элемент	Краткое назначение
Журнал испытания	Показывает сообщения о подготовке, достижении целей, пропуске строк и ошибках
Параметры испытания	Текущие осевое, всестороннее, поровое давления, деформации и доступные дополнительные каналы
Графики	Отображают накопленные зависимости для текущей стадии

Если назначение общей кнопки уже описано в предыдущих разделах, руководствуйтесь тем описанием. В трёхосном режиме дополнительно всегда проверяйте, какая вкладка активна: одинаковый блок управления относится к текущей стадии.

10. Безопасная последовательность настройки без запуска девиатора

1. Откройте «Трёхосное сжатие (Дисперсные грунты)» и создайте карточку образца.
2. Выберите тип НН, КН или КД строго по заданию. Для обучения установите ручной переход между стадиями.
3. Оставьте только необходимые стадии. Для проверки всестороннего давления снимите «Девиаторное нагружение».
4. Настройте ВФС, если она предусмотрена, затем консолидацию либо уплотнение.
5. Для учебной схемы давления камеры задайте цели не выше 200 кПа и утвердите критерий последней ступени.
6. Проверьте нули, единицы, текущие показания, журнал, пределы конфигурации и возможность немедленной остановки.
7. Кинематику и цикл нагрузка–разгрузка можно настроить на экране, но не запускать: после осмотра снимите флажок девиатора или закройте карточку.
8. Сохраните учебную схему только через «Сохранить как», чтобы не перезаписать рабочий шаблон.

11. Что подтверждено и что не выполнялось

Основание	Подтверждено
Release-сборка	Наличие трёхосного испытания и общий экран выбора режима; после перенастройки прибора появился отдельный пункт для скального грунта

Основание	Подтверждено
Исходный код ветки geomatic	Состав вкладок, ручной/автоматический переход, подписи полей, критерии таблиц, направление нагрузка–разгрузка, а также отдельная логика режима скальных пород
Не выполнялось	Фактический набор давления, ВФС, консолидация, уплотнение, вертикальная нагрузка, кинематика и цикл нагрузка–разгрузка; режим скального грунта также не запускался

Почему давление не запускалось. Встроенный захват окна GM-DIGIT завершался ошибкой интерфейса Windows 0x80004002. Позднее статические экраны удалось получить средствами операционной системы, но это не давало оснований запускать оборудование: физическое испытание, набор давления и движение траверсы не выполнялись.

12. Памятка перед реальным испытанием

- ☐ Правильный прибор, камера и образец выбраны.
- ☐ Тип НН / КН / КД соответствует заданию.
- ☐ Ручной или автоматический переход выбран осознанно.
- ☐ ВФС, консолидация либо уплотнение и девиатор включены только при необходимости.
- ☐ Все строки таблиц проверены сверху вниз; единицы подтверждены.
- ☐ Всестороннее давление не превышает утверждённый предел конфигурации и задания.
- ☐ Для разгрузки задана меньшая цель по давлению, а не по деформации.
- ☐ Оператор видит текущие показания, журнал и штатную остановку; финишный сброс давления и движение вверх траверсы выбраны по процедуре лаборатории.

13. Трёхосное сжатие скального грунта

После выбора совместимой конфигурации прибора в меню появляется отдельная кнопка «Трёхосное сжатие (Скальный грунт)». Это самостоятельная карточка, а не дополнительный флажок обычного испытания дисперсного грунта. Она предназначена для кинематического осевого нагружения скального образца при выбранном способе создания всестороннего давления и, при необходимости, с последующей разгрузкой.

Почему пункт виден не всегда. Программа скрывает этот пункт для большинства конфигураций и показывает его только для совместимой силовой рамы. Если кнопка исчезла после изменения настроек прибора, сначала проверьте выбранную конфигурацию, а не шаблон испытания.

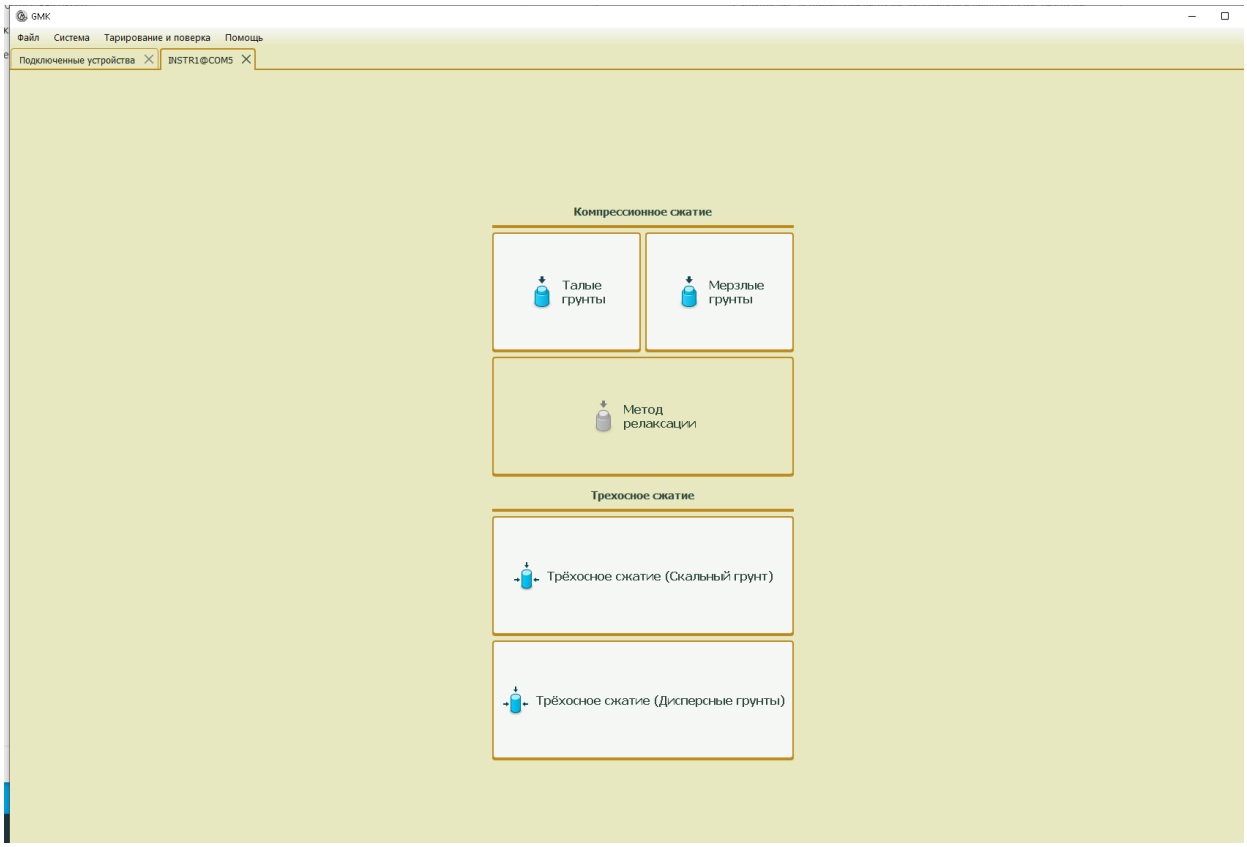


Рисунок Т-2 — Отдельный пункт «Трёхосное сжатие (Скальный грунт)» после выбора совместимой конфигурации.

13.1. Открытие и карточка образца

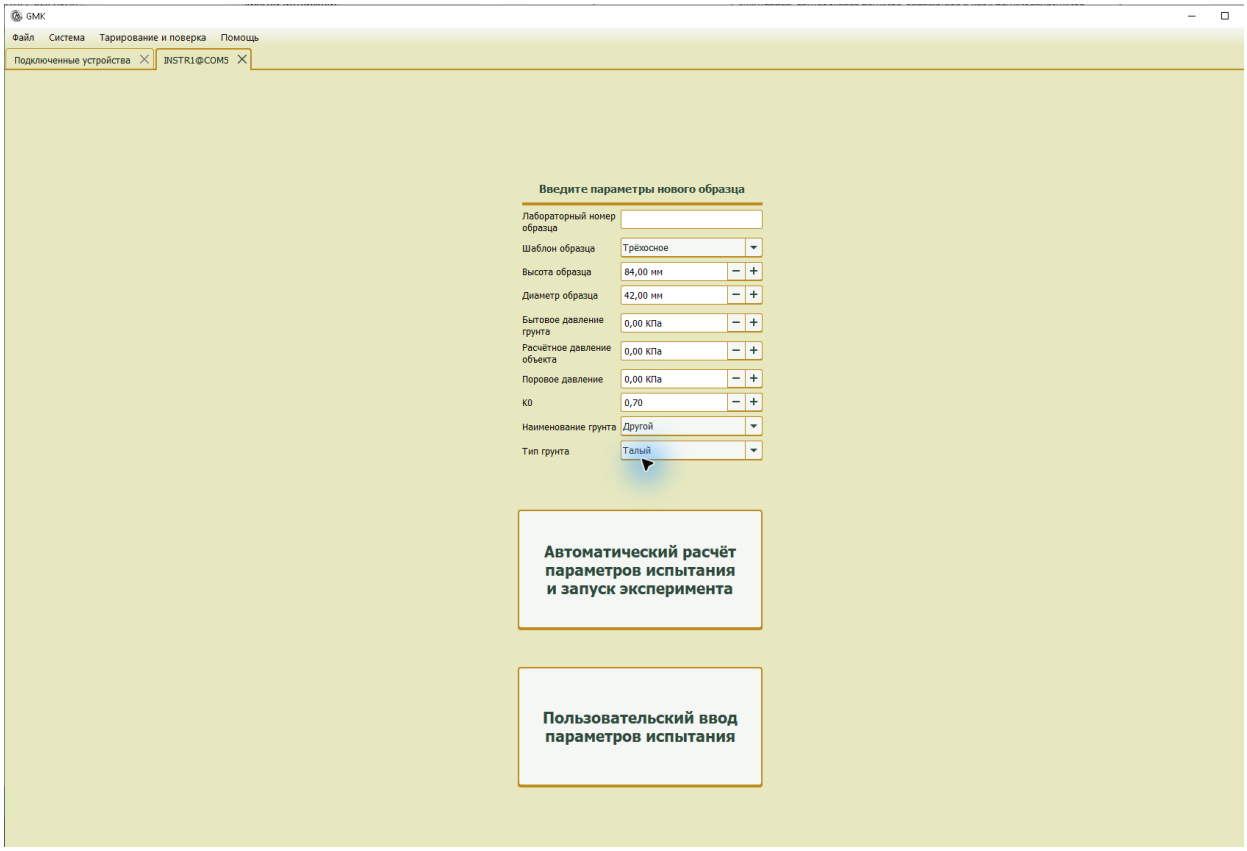


Рисунок Т-3 — Карточка образца перед скальным испытанием.

1. В меню экспериментов выберите «Трёхосное сжатие (Скальный грунт)».
2. На странице параметров убедитесь, что открыта отдельная карточка скального испытания. В поле «Наименование грунта» выберите породу (например, гранит, кварцит, мрамор, базальт, песчаник, туф, известняк, гипс или сланцы) либо «Другой».
3. Поле «Тип грунта» не содержит значения «Скальный»: в фактическом интерфейсе доступны «Талый», «Мёрзлый» и «Другой». Выберите состояние по лабораторному заданию.
4. Заполните идентификатор, диаметр и высоту фактически установленного образца. Геометрия участвует в пересчёте усилия в осевое напряжение и в расчёте относительной деформации.
5. Откройте «Образец» ещё раз перед запуском и перепроверьте размеры: ошибочная площадь меняет расчётные значения в кПа, включая пороги разгрузки.

Блок	Назначение в режиме скального грунта
Схема испытания	Выбор специального типа нагружения и способа установки давления
Перед испытанием	Отдельное всестороннее давление и параметры автоматической разгрузки
По окончанию испытания	Сброс всестороннего давления и возврат траверсы, если флажки включены

Блок	Назначение в режиме скального грунта
Шаблоны испытаний	Открытие, очистка и сохранение набора параметров; рабочий шаблон не перезаписывать учебным
Управление испытанием	Запуск, пауза, продолжение и штатное завершение — общая логика описана в разделе 9
Журнал испытания	Сообщения о прохождении зазора, установке давления, нагружении, достижении целей и разгрузке

13.2. Тип нагружения

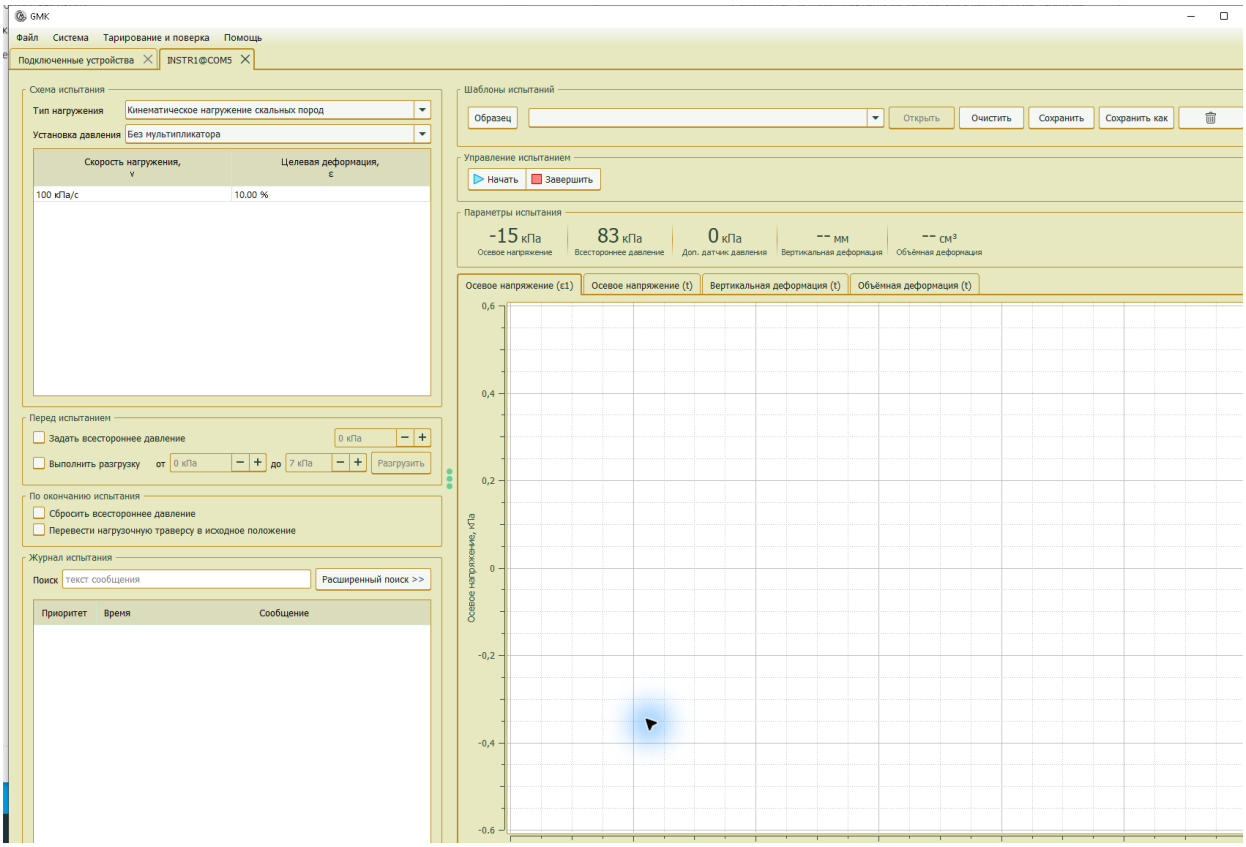


Рисунок Т-4 — Основной экран трёхосного испытания скального грунта.

Карточка автоматически выбирает «Кинематическое нагружение скальных пород». Обычная кинематика, кинематика с табличной разгрузкой и статическая схема присутствуют в общем интерфейсе, но для этого отдельного пункта программно отключаются; активна специальная операция для скальной породы.

Поле редактора	Что задаёт оператор	Важное отличие
Скорость нагружения, v	Значение по утверждённой методике и паспорту конфигурации	Проверка запуска выводит единицу кПа/с; не переносите сюда скорость обычной кинематики в мм/мин
Целевая деформация, ε	Условие окончания в абсолютных миллиметрах или относительных процентах	Выберите вид величины осознанно; программа сравнивает именно выбранный канал

Проверка скорости в программе. При старте программная проверка считает недопустимым значение не более 99 кПа/с и более 5000 кПа/с. Это диапазон проверки поля, а не рекомендованный режим для конкретной породы. Рабочее значение назначает ответственный специалист.

Специальная операция завершается после устойчивого достижения целевой деформации; программа подтверждает условие несколькими последовательными проверками. Одновременно контролируется максимально допустимое усилие выбранной силовой рамы.

13.3. «Установка давления»: три варианта

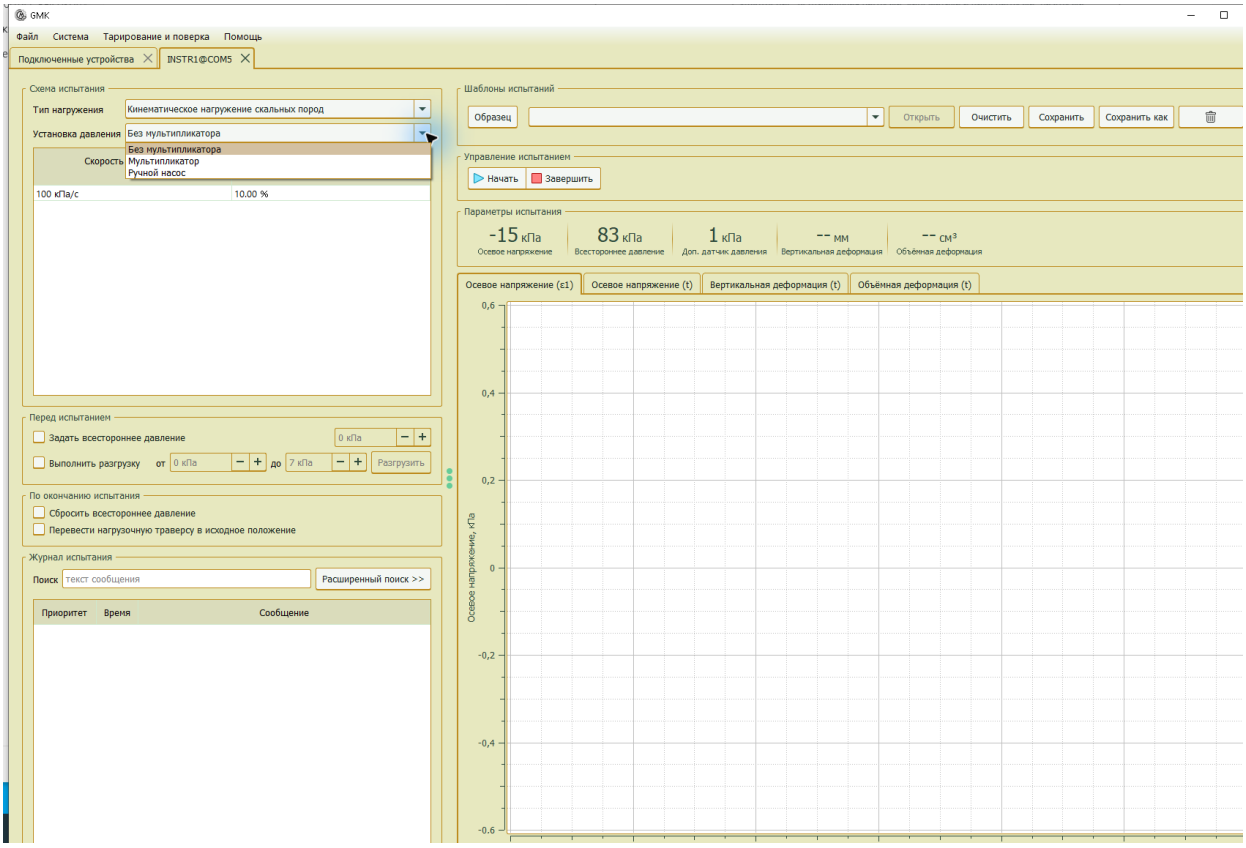


Рисунок Т-5 — Варианты установки всестороннего давления.

Вариант	Что делает программа	Что проверяет оператор
Без мультипликатора	Задаёт всестороннее давление штатным волюмометром прибора	Правильность подключения волюмометра и фактическое давление
Мультипликатор	Для установки и регистрации давления использует альтернативный контур, связанный с мультипликатором	Что мультипликатор предусмотрен текущей схемой и выбран правильный датчик
Ручной насос	Не командует автоматической установкой; журнал выводит требование установить заданное давление	Физически установить и подтвердить давление по лабораторной процедуре до продолжения

Не путайте защиту программы с разрешённым давлением. В исходном коде остановка движения рамы привязана к внутреннему порогу 1500 кПа без мультипликатора и 18 000 кПа с мультипликатором. Эти числа не являются целями испытания и не доказывают, что камера, траверса, датчики или образец допускают такое давление. Реальный предел берут из паспорта именно подключённой конфигурации и лабораторного задания.

13.4. Блок «Перед испытанием»

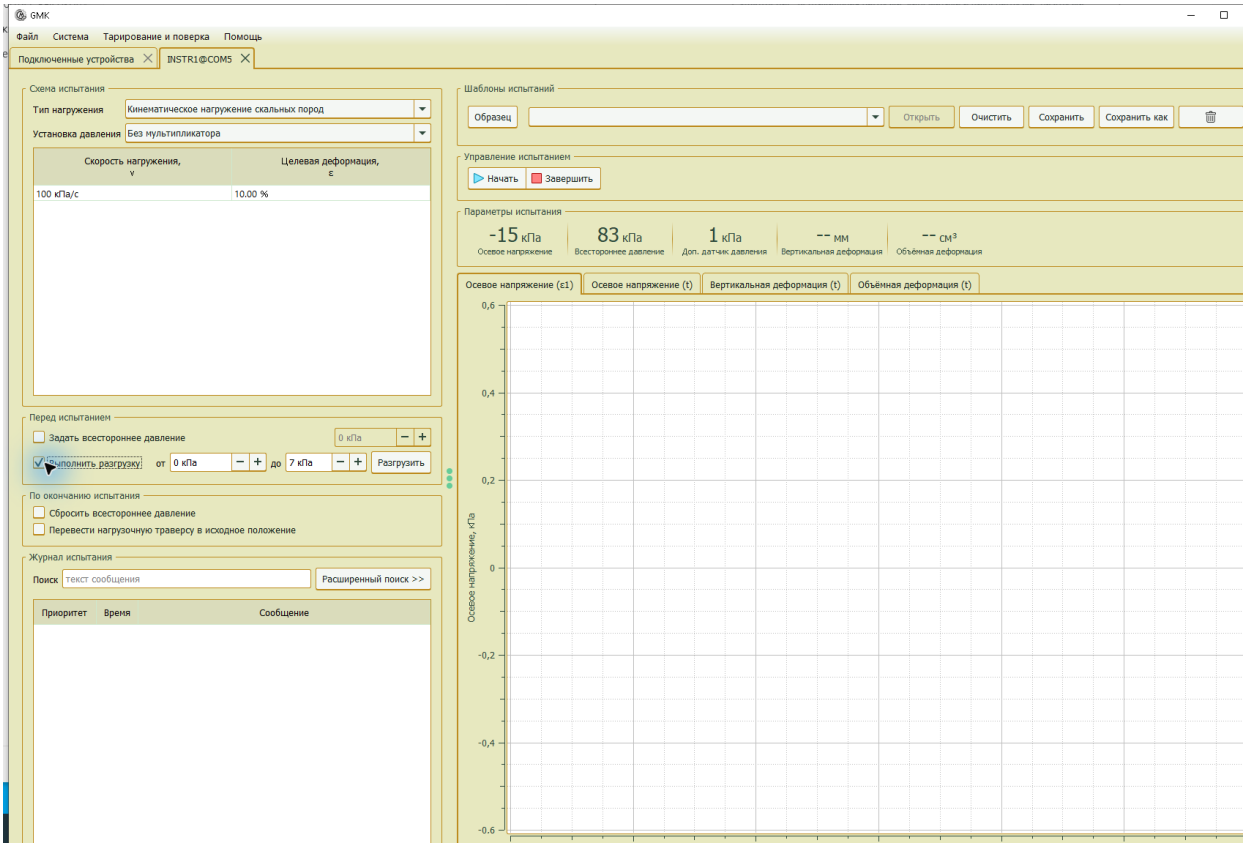


Рисунок Т-6 — Включённый блок разгрузки с полями «от» и «до».

Элемент	Для чего нужен	Как пользоваться
Задать всестороннее давление	Включает отдельную установку давления перед осевой частью	Поставьте флажок и введите необходимое значение в кПа
Выполнить разгрузку	Добавляет автоматическое прекращение нагрузки по верхнему порогу и движение траверсы вверх	После включения обязательно проверить оба поля «от» и «до»
от	Осевое напряжение, при превышении которого начинается переход к разгрузке	Должно соответствовать верхней точке цикла; условие подтверждается несколькими измерениями
до	Осевое напряжение, ниже которого разгрузка заканчивается	Должно быть меньше «от»; начальное значение программа рассчитывает по трению рамы и площади образца
Разгрузить	Немедленно завершает текущую фазу нагружения и передаёт управление операции разгрузки	Использовать только при включённой разгрузке и видимом контроле показаний

Логика пары «от / до». Это не диапазон всестороннего давления. Оба поля относятся к осевому напряжению: «от» — верхний порог начала разгрузки, «до» — нижний порог её окончания. При разгрузке траверса движется вверх, а выбранный контур поддерживает текущее давление.

13.5. Автоматические подготовительные действия

В режиме скальной породы программно включено «Прохождение зазора». До основной части траверса кратковременно движется вниз с уменьшенной настроечной скоростью, после чего программа сохраняет компенсационное усилие и пишет в журнал «Прохождение зазора завершено». Затем выполняются подведение/коррекция нагрузки и обнуление доступных каналов силы, вертикальной и объёмной деформации.

Контакт всё равно проверяет оператор. Автоматическое прохождение зазора не заменяет осмотр установки. До запуска убедитесь, что образец центрирован, траверса имеет свободный ход, мембрана и камера собраны правильно, а начальные показания датчиков правдоподобны.

13.6. Показания, графики и действия после испытания

Показание / вкладка	Что отображается
Осевое напряжение, кПа	Расчётное напряжение по усилию рамы и площади образца
Всестороннее давление, кПа	Текущее давление камеры; при мультипликаторе источник данных переключается программно
Доп. датчик давления, кПа	Отдельный доступный канал давления для контроля конфигурации
Вертикальная деформация, мм	Текущее вертикальное перемещение/деформация
Объёмная деформация, см³	Изменение объёма по соответствующему измерительному каналу
Осевое напряжение (ε1)	Главный график зависимости осевого напряжения от относительной вертикальной деформации
Осевое напряжение (t)	Изменение осевого напряжения во времени
Вертикальная деформация (t)	Изменение вертикальной деформации во времени
Объёмная деформация (t)	Изменение объёмной деформации во времени

Флажок после испытания	Действие
Сбросить всестороннее давление	Добавляет штатный сброс давления после основной операции
Перевести нагрузочную траверсу в исходное положение	Добавляет возврат/движение вверх траверсы после завершения

Флажки — часть выполняемой последовательности. Снятый флажок означает, что соответствующее автоматическое действие не включено. Заранее определите, кто и как сбрасывает давление и возвращает траверсу; не открывайте камеру только потому, что испытание отмечено завершённым.

13.7. Безопасная настройка без запуска

1. Откройте пункт скального грунта и проверьте карточку образца, особенно диаметр и высоту.
2. Убедитесь, что выбран тип «Кинематическое нагружение скальных пород» и правильный способ установки давления.
3. Введите скорость и целевую деформацию только из утверждённой методики; проверьте единицы.
4. Если нужна разгрузка, включите её и задайте «от» больше «до». Не заменяйте автоматически рассчитанное поле «до» без основания.
5. Настройте действия после испытания и сохраните учебный вариант через «Сохранить как».
6. Для ознакомления остановитесь до кнопки «Начать». Реальный запуск допустим только при видимом окне, исправной связи и готовой процедуре аварийной остановки.

В этом сеансе режим скального грунта не запускался. Фактические экраны меню, карточки образца, основного окна, выбора источника давления и включённого блока разгрузки приведены на рисунках Т-2—Т-6. Подписи, порядок операций, критерии завершения и логика разгрузки дополнительно сверены с разметкой интерфейса и исходным кодом Release.

14. Автоматический расчёт параметров: пример КД для деформационных характеристик

Ниже показан полный учебный проход алгоритма для дисперсного водонасыщенного грунта: глубина отбора 10 м, консолидированно-дренированная схема для деформационных характеристик и обычное кинематическое нагружение. Алгоритм был завершён только для формирования карточки; кнопка «Начать» на полученном экране не нажималась.

Что означает «автоматический расчёт». Программа не определяет свойства фактического образца. Она строит начальный набор стадий из введённых глубины, плотности, группы грунта, степени водонасыщения, K0 и выбранного типа испытания. Оператор обязан сверить каждую полученную ступень и критерий с лабораторным заданием до запуска.

14.1. Данные образца и глубина 10 м

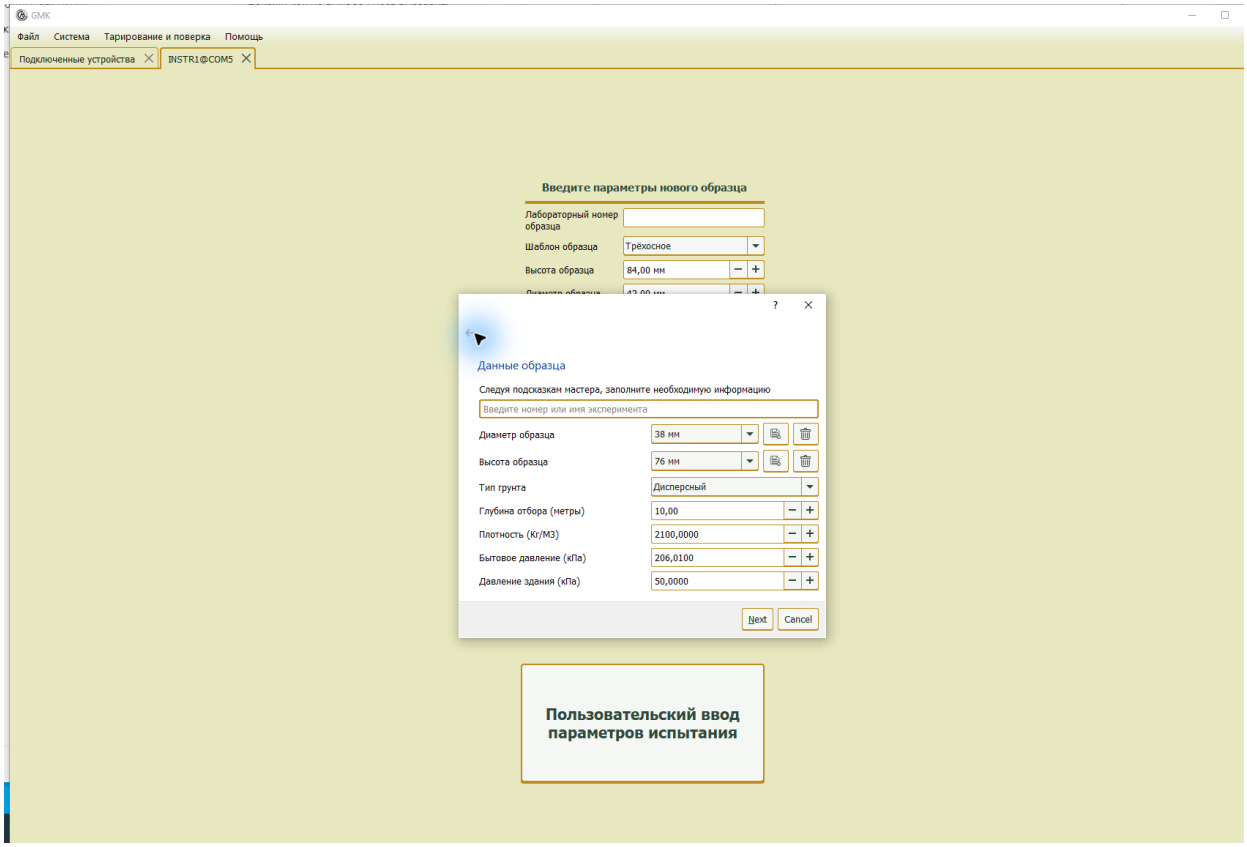


Рисунок Т-7 — Первая страница мастера: глубина отбора 10 м.

Поле примера	Значение	Как использует программа
Тип грунта	Дисперсный	Открывает вкладку обычного трёхосного испытания
Глубина отбора	10,00 м	Участвует в расчёте бытового давления

Поле примера	Значение	Как использует программа
Плотность	2100 кг/м³	Совместно с глубиной даёт σzg = 10 × 9,81 × 2100 / 1000 = 206,01 кПа
Бытовое давление	206,0100 кПа	Расчётная вертикальная составляющая исходного напряжённого состояния
Давление здания	50,0000 кПа	Дополнительное давление объекта; в реальной работе берётся из задания

Не переносите числа примера в рабочий опыт. Глубина 10 м задана пользователем для демонстрации. Плотность 2100 кг/м³ и давление здания 50 кПа оставлены как значения для примера этого сеанса; перед реальным расчётом их заменяют данными конкретного образца и объекта.

14.2. Исходные характеристики и выбор среднего давления

На странице «Параметры трёхосного эксперимента» для примера оставлены: консистенция «Мягкопластичный», Sr = 0,900, состояние «Водонасыщенный», группа «Глины с показателем текучести Il ≤ 0,25» и K0 = 0,70.

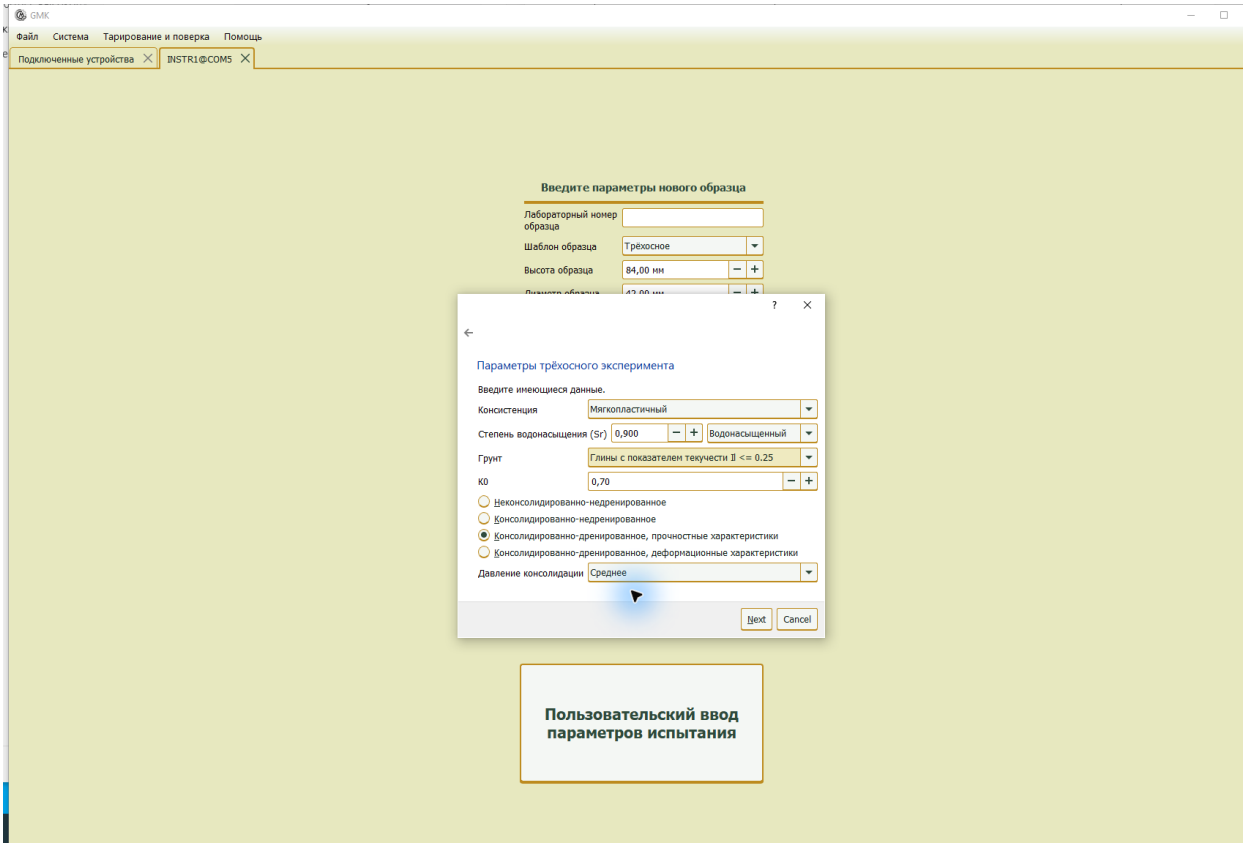


Рисунок Т-8 — Выбор «Среднее» в поле давления консолидации.

Для выбранной группы грунта варианты консолидации равны 0,1 / 0,3 / 0,5 МПа; поэтому «Среднее» соответствует 0,3 МПа, или 300 кПа. Эти значения относятся к встроенной расчётной таблице программы, а не к показаниям датчика.

Особенность Release 2.9.920. Список «Давление консолидации» виден для КН и КД по прочностным характеристикам, но скрывается при выборе КД по деформационным характеристикам. Чтобы выполнить требуемый учебный пример, сначала выбрано КД по прочностным характеристикам, установлено «Среднее», затем выбран окончательный деформационный вариант. Индекс «Среднее» сохраняется в расчётных данных, хотя поле больше не видно.

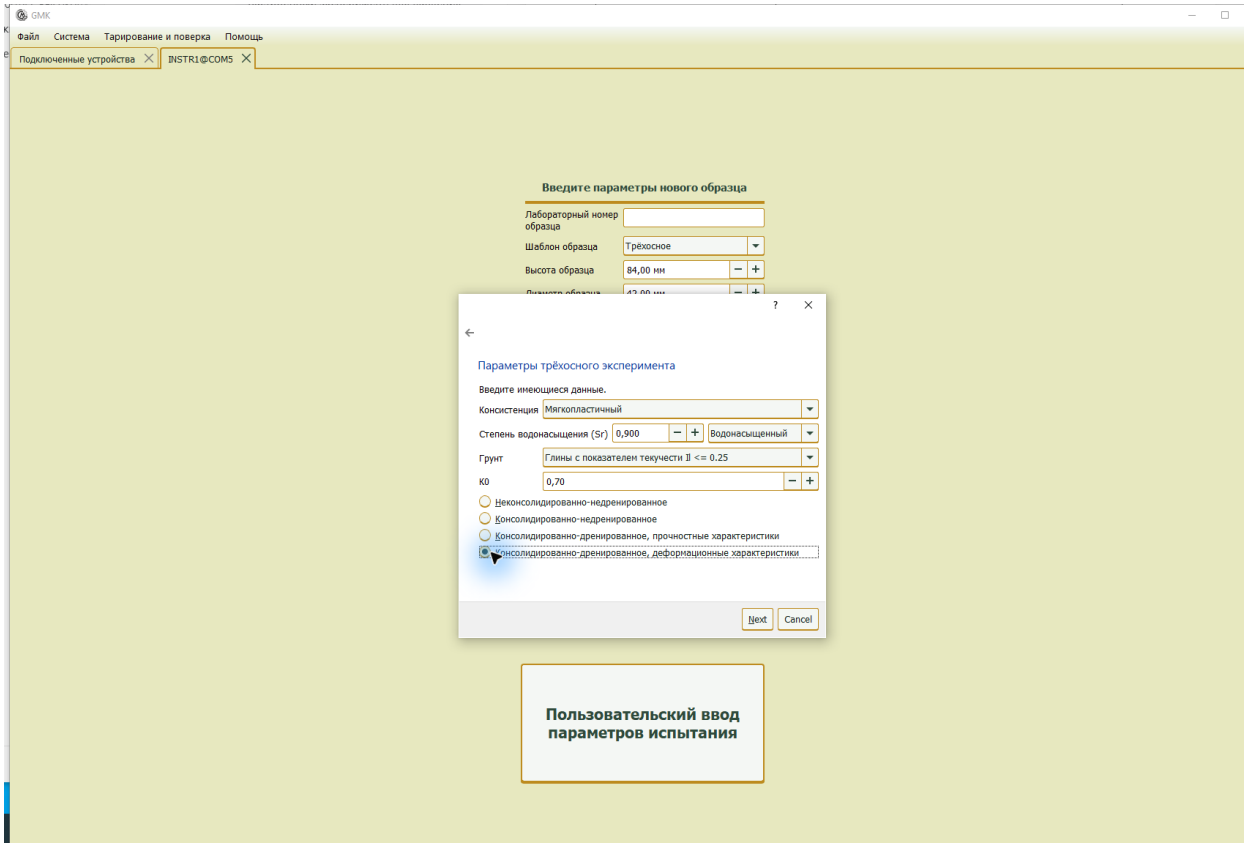


Рисунок Т-9 — Окончательный выбор «КД, деформационные характеристики»; поле давления скрыто.

1. Проверьте консистенцию, Sr, состояние водонасыщения, группу грунта и K0.
2. Для фиксации среднего варианта временно выберите КД по прочностным характеристикам и установите «Среднее».
3. Переключитесь на «Консолидированно-дренированное, деформационные характеристики». Исчезновение списка на этом шаге является поведением данной Release-сборки.
4. Нажмите «Next» и перейдите к выбору девиаторного нагружения.

14.3. Выбор кинематического нагружения

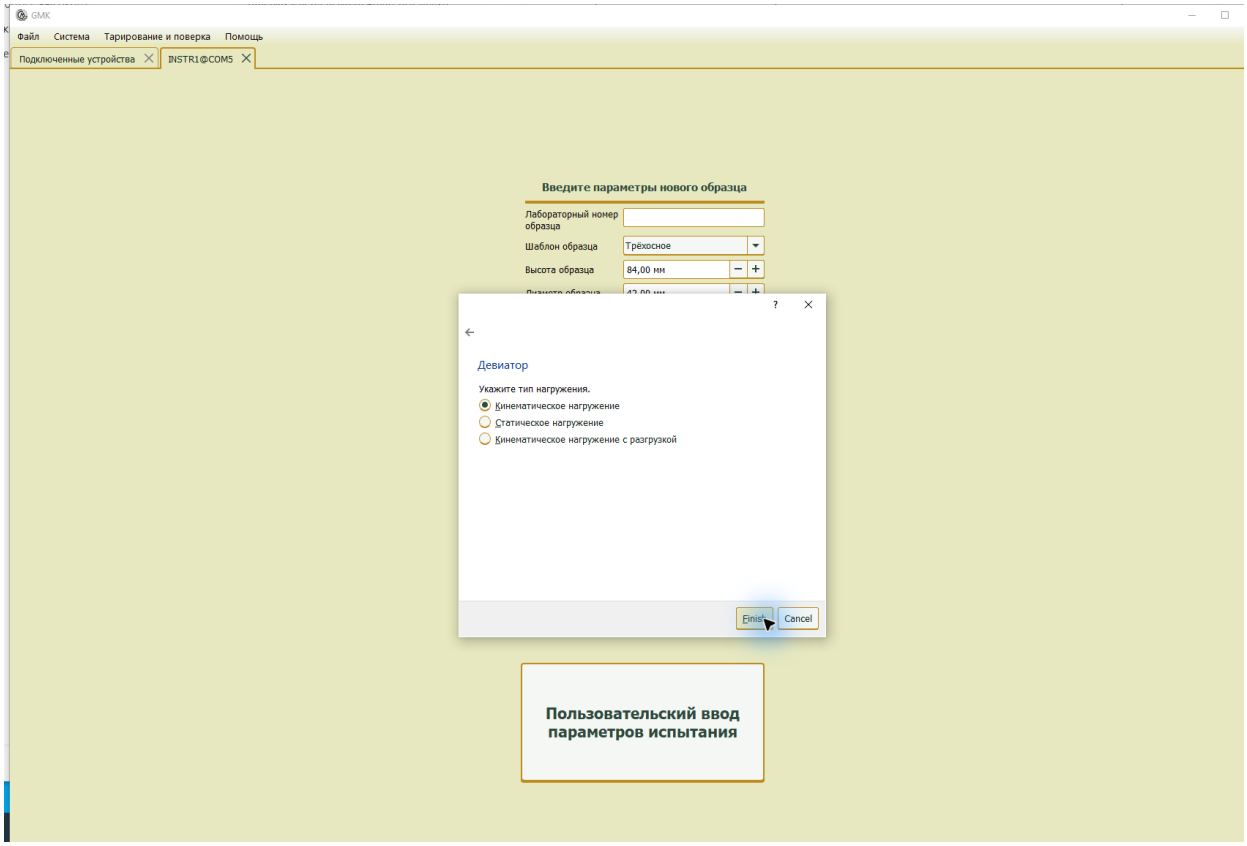


Рисунок Т-10 — В мастере выбран обычный кинематический девиатор.

Вариант	Результат выбора
Кинематическое нагружение	Одна скорость движения и одна целевая деформация; использовано в примере
Статическое нагружение	Ступени осевого напряжения с критериями перехода
Кинематическое нагружение с разгрузкой	Последовательность участков нагрузки и разгрузки

Кнопка «Finish» завершает отпрос и создаёт алгоритм испытания. Она ещё не запускает движение траверсы; физическое испытание начинается только после отдельной кнопки «Начать» на сформированном экране.

14.4. Как выглядит результат автоматического расчёта

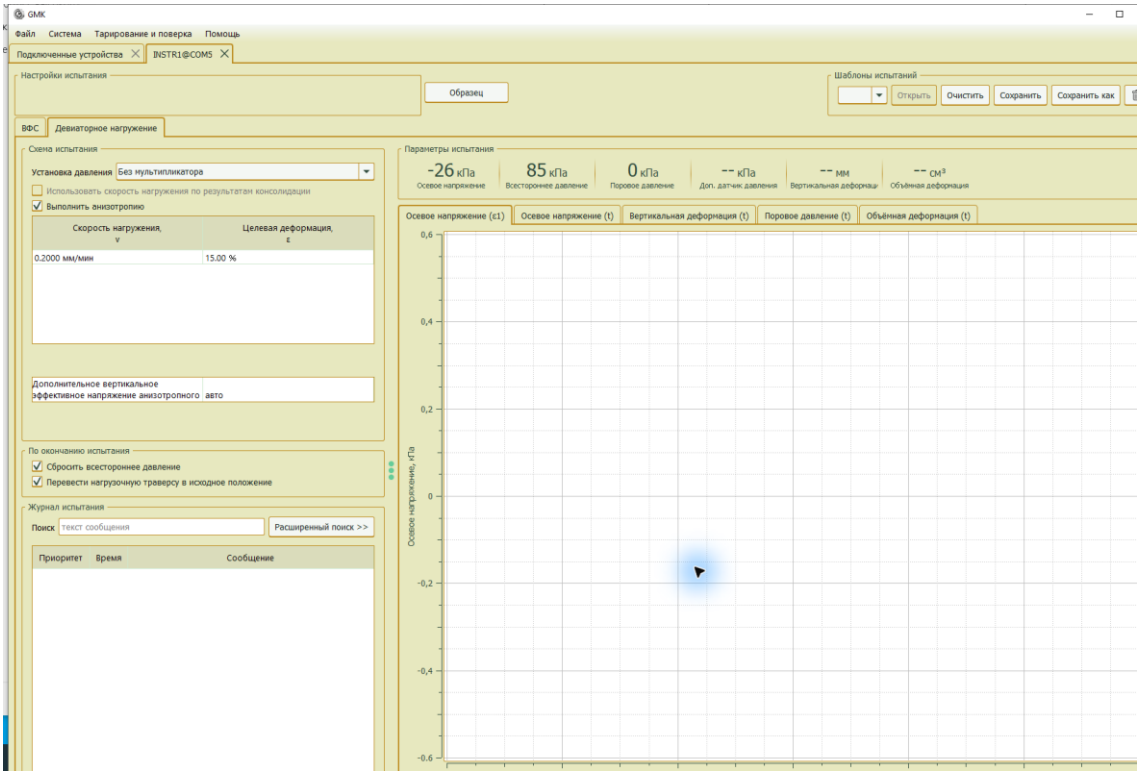


Рисунок Т-11 — Итоговая вкладка девиаторного нагружения после завершения мастера.

Полученный параметр	Значение на экране
Состав вкладок	«ВФС» и «Девиаторное нагружение»
Тип девиатора	Кинематическое нагружение
Скорость нагружения	0,2000 мм/мин
Целевая деформация	15,00 %
Анизотропия	Включена; дополнительное вертикальное эффективное напряжение — «авто»
После испытания	Включены сброс всестороннего давления и возврат траверсы

Почему нет отдельной вкладки «Консолидация». Для выбранного водонасыщенного варианта КД по деформационным характеристикам программа в соответсвии с ГОСТ 12248.3 - 2020 выбрала ВФС, метод противодавления и девиатор. Поэтому сохранённый выбор «Среднее» не отображается отдельной строкой консолидации на итоговом экране. Состав вкладок всегда проверяют после «Finish», а не предполагают по названию типа.

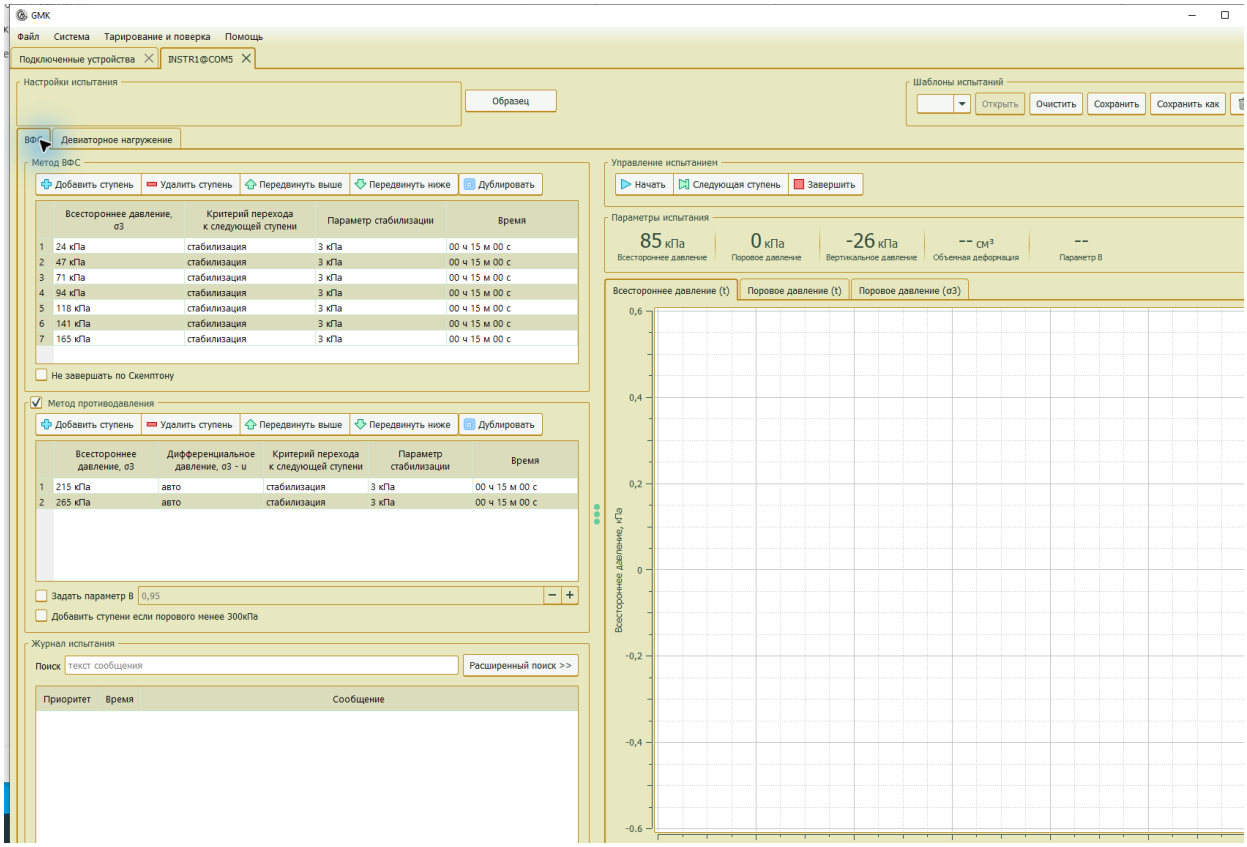


Рисунок T-12 — Автоматически сформированные ступени ВФС и противодавления.

Автоматически созданный блок	Результат для примера
Метод ВФС	7 ступеней всестороннего давления: 24, 47, 71, 94, 118, 141 и 165 кПа
Критерий ВФС	Стабилизация; параметр 3 кПа; окно оценки 15 мин для каждой ступени
Метод противодавления	Включён; ступени всестороннего давления 215 и 265 кПа
Критерий противодавления	Стабилизация; параметр 3 кПа; окно оценки 15 мин
Параметр B	Флажок снят; показано значение 0,95, но критерий не включён

Перед реальным запуском. Автоматически полученные 24–265 кПа являются настройкой программы для введённых учебных данных, а не разрешением подавать такое давление. Проверьте подключение камеры, волюметров и датчиков и предложенный алгоритм испытания на соответствие утвержденной методике эксперимента. В этом сеансе кнопка «Начать» не нажималась.