



НАНОПОРУС



ПРОТОКОЛ

Общество с ограниченной ответственностью «Нанопорус»
ИНН 5043081532 / КПП 504301001

142200, Московская область, г. Серпухов,
2-я Московская ул, д. 6 к. 5, помещ. 1а

Tel: +7 (916) 581-69-80
E-mail: info@nanoporus.ru

Руководство пользователя «Нанопорус ПРО»

Это руководство поможет вам установить, проверить и настроить нанопоровый секвенатор «Нанопорус ПРО»

ТОЛЬКО ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕЛЕЙ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Информация об устройстве	3
2. Что в коробке	5
3. Установка и включение устройства (с рабочей станцией/ноутбуком)	6
4. Проверка оборудования.....	9
5. Проверка проточной ячейки	15
6. Секвенирование и мониторинг эксперимента	19
7. Управление данными	19
8. Завершение работы	20
9. Остановка сеанса секвенирования.....	21

1. Информация об устройстве

Нанопоровый секвенатор «Нанопорус ПРО» — это компактное настольное устройство, предназначенное для работы с двумя проточными ячейками. Каждая проточная ячейка имеет независимую адресацию, что позволяет проводить эксперименты одновременно или по отдельности. «Нанопорус ПРО» подключается к GridION Mk1 или пользовательскому компьютеру для потоковой передачи и анализа данных в режиме реального времени.



Технические характеристики

КОМПОНЕНТ	СПЕЦИФИКАЦИЯ
Размер и вес	150 x 150 x 135 мм 2,5 кг
Напряжение питания от сети	100–240 В переменного тока (50/60 Гц)
Пиковое энергопотребление	60 W
Установочные порты	1 разъем USB Type-C (3.0, 5 Гбит/с) 1 разъем USB Type-C питания 12 В постоянного тока
Вычислительная спецификация	N/A
Условия окружающей среды	Предназначены для работы при температуре от +18 °C до +25 °C*

*Диапазон рабочих температур электроники от +5 °C до +40 °C

2. Что в коробке

Упаковка нанопорового секвенатора «Нанопорус ПРО»



Комплектация нанопорового секвенатора «Нанопорус ПРО»



- Устройство «Нанопорус ПРО»
- Адаптер питания 100 Вт (3 м)
- Кабель USB Type-C для передачи данных (1,5 м)

Световая индикация

На устройстве есть два набора светодиодных индикаторов, по пять на каждую проточную ячейку. Они отображают следующие символы:

- Все пять светодиодов горят **постоянным белым светом**: устройство готово, проточные кюветы не установлены.
- Все пять светодиодов горят **постоянным синим светом**: проточные кюветы установлены/протокол завершен.
- Все пять светодиодов **мигают зеленым сверху вниз**: выполняется сбор данных (включая проверку оборудования и проточных кювет).
- Все пять светодиодов **мигают красным**: ошибка скрипта MinKNOW. Мигающий индикатор указывает на то, что запущенный скрипт обнаружил ошибку и остановился. Если вы продолжаете видеть этот индикатор, обратитесь в службу поддержки.

3. Установка и включение устройства (с рабочей станцией/ноутбуком)

Рекомендуемое расположение лаборатории

- Поместите устройства «Нанопорус ПРО» и управляющий компьютер или GridION на прочный и чистый лабораторный стол
- Убедитесь, что разъемы питания находятся в непосредственной близости
- Убедитесь, что розетка легкодоступна на случай, если потребуется отключить питание в экстренной ситуации
- Секвенирование следует проводить при комнатной температуре от +18 °C до +26 °C с закрытой крышкой устройства до начала секвенирования
- Обеспечьте расстояние 30 см до задней и боковых стенок устройства
- Не закрывайте боковые вентиляционные решетки

- 1 Убедитесь, что вычислительная мощность соответствует требованиям к ИТ-инфраструктуре.**

Загрузка и установка MinKNOW (или русифицированный вариант - Нанопорус)

Программное обеспечение MinKNOW (или Нанопорус) для «Нанопорус ПРО» может быть загружено через официальный веб-сайт Нанопорус. (<https://nanoporus.ru/software.html>)

Программное обеспечение MinKNOW (или Нанопорус) выполняет несколько основных задач: сбор данных, анализ в режиме реального времени и обратная связь, определение нуклеотидных последовательностей, потоковая передача данных, управление устройством и контроль корректности работы платформы для обработки образцов. MinKNOW (или Нанопорус) принимает необработанные данные и преобразует их в считывания, распознавая характерные изменения силы тока, которые происходят при прохождении нити ДНК через пору и выходе из нее. Затем MinKNOW определяет нуклеотидные последовательности и записывает данные в файлы POD5 или FASTQ.

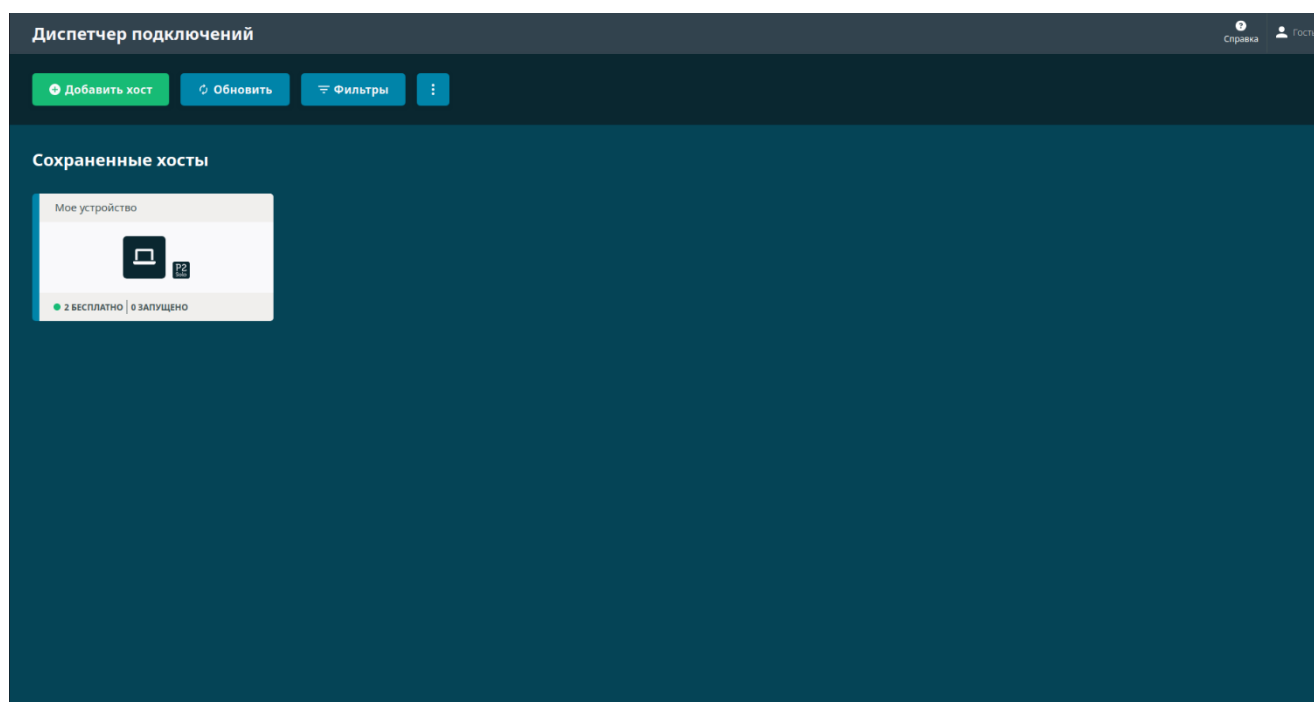
- 2 Распакуйте устройство «Нанопорус ПРО» и установите его на стол, на котором будете проводить эксперимент.**
- 3 Загрузите программное обеспечение «Нанопорус ПРО».**

Для компьютеров с Windows и Linux перейдите на страницу загрузки программного обеспечения сообщества Нанопорус. (<https://nanoporus.ru/software.html>)

- 4 Убедитесь, что в секвенаторе не установлены СТС- или проточные кюветы.**
- 5 Подключите адаптер питания к сетевой розетке, а кабель питания — к нанопоровому секвенатору «Нанопорус ПРО».**
- 6 Подключите один конец кабеля USB Type-C — Type-C к порту USB Type-C на ноутбуке/ПК, а другой конец — к порту USB Type-C на «Нанопорус ПРО». Убедитесь, что вы чувствуете и слышите щелчок при подключении USB-C на «Нанопорус ПРО» и вашей рабочей станции. Нажмите выключатель питания, чтобы включить устройство. Дождитесь инициализации устройств в MinKNOW в течение 60 секунд. После завершения процесса загорятся белые светодиоды.**

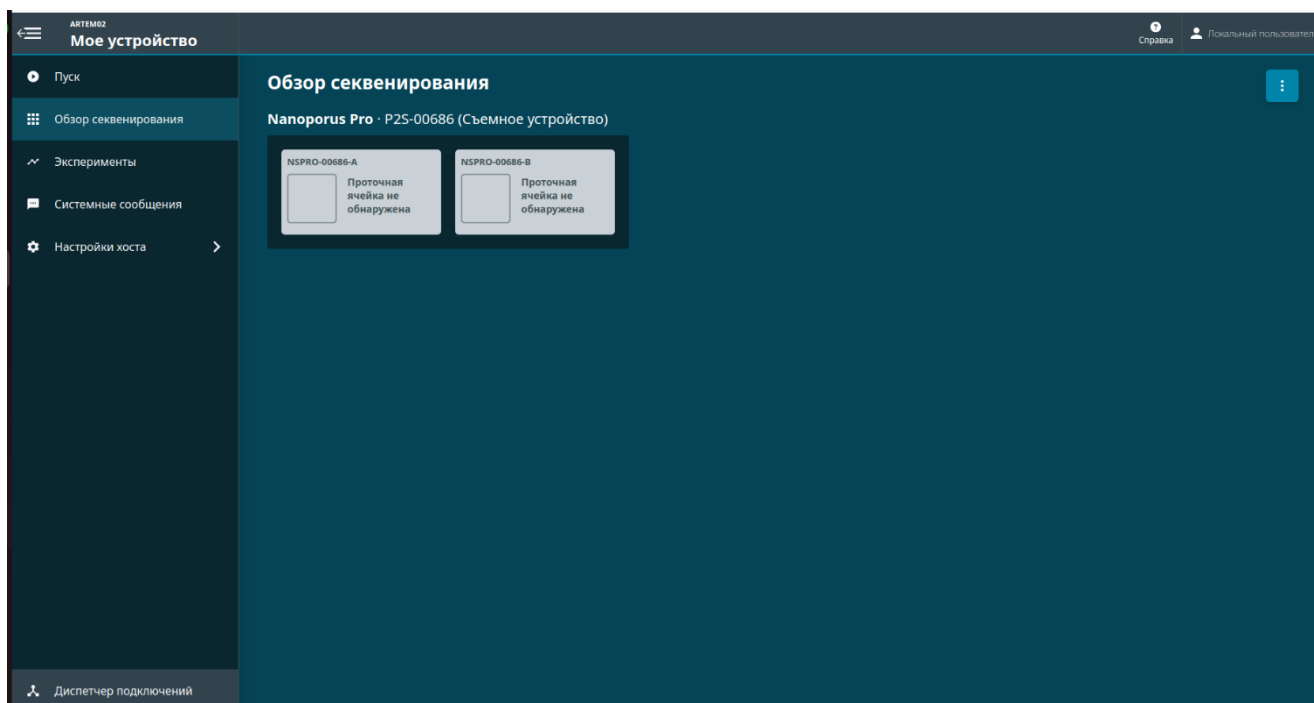
7

Выберите устройство секвенирования в диспетчере подключений, чтобы подключиться к компьютеру.



8

Вы перейдете на страницу с обзором секвенирования, на которой будет написано: «Проточная ячейка не обнаружена».



Примечание: возможно подключение оборудования «Нанопорус ПРО» и его эксплуатация через станцию GridION. Подробная информация о процессе подключения представлена на официальном портале Oxford Nanopore.

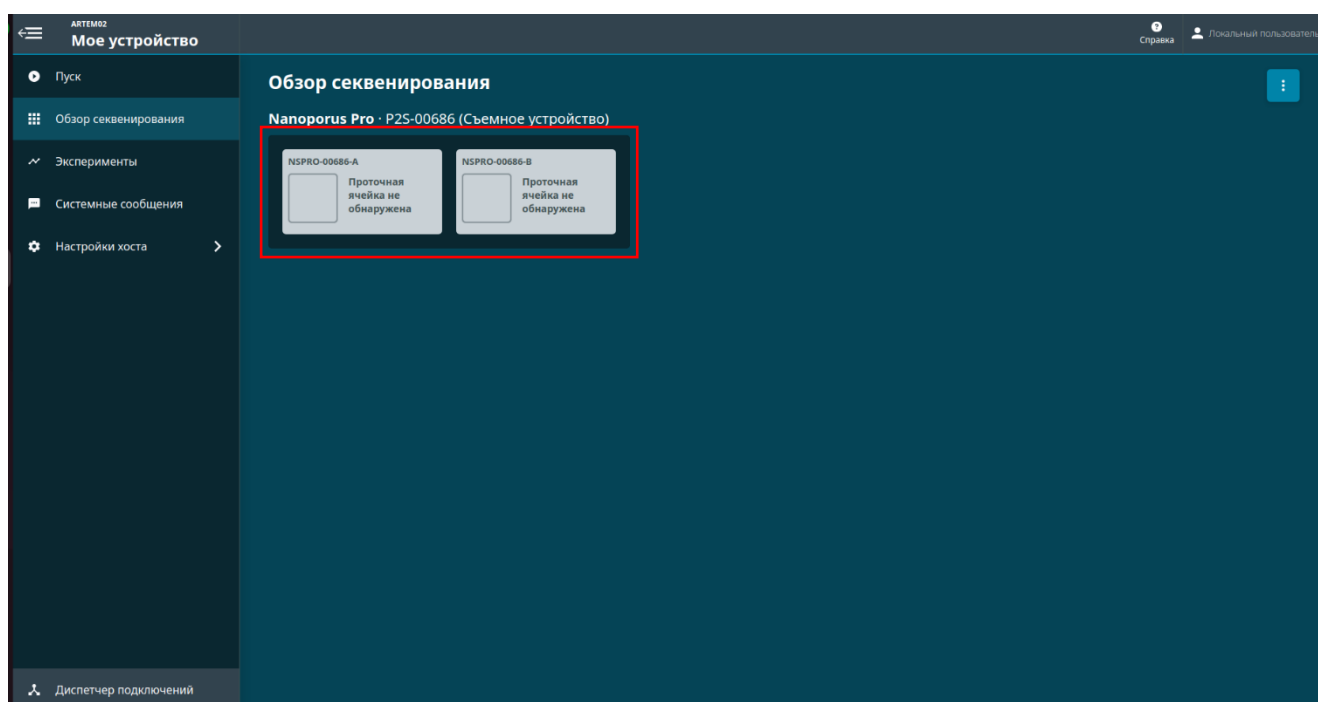
4. Проверка оборудования



Проверка оборудования

Аппаратную проверку необходимо проводить на всех новых устройствах или после обновления программного обеспечения.

- 1 **Перед установкой тестовых ячеек PromethION Configuration Test Cells (СТС) убедитесь, что на странице «Обзор секвенирования» в двух позициях для проточных кювет (выделены красным) отображается надпись «Проточная ячейка не обнаружена».**



- 2 **Когда позиции проточной кюветы будут готовы, поместите в них два картриджа PromethION СТС (для этого также можно использовать отработанные проточные ячейки типа FLO-PRO114).**



Правильная установка CTC-ячеек PromethION:

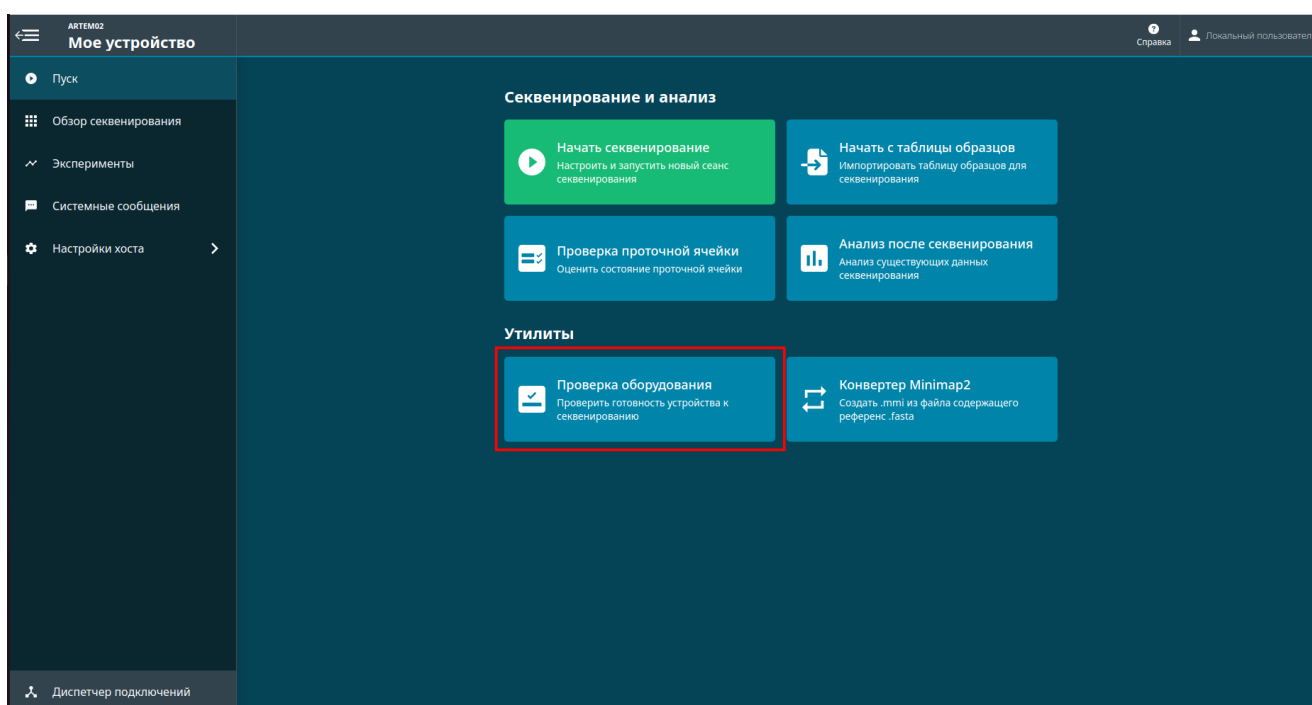
1. Отожмите прижимную педаль вниз, надавив на нее.
2. По направляющим пластинам продвиньте ячейку вперед и плотно вставьте CTC в порт для стыковки до тех пор, пока не скроются из виду золотые контакты.
3. Вновь отожмите прижимную педаль, чтобы она приняла изначальное положение.

3

После загрузки проверочной ячейки закройте крышку устройства.

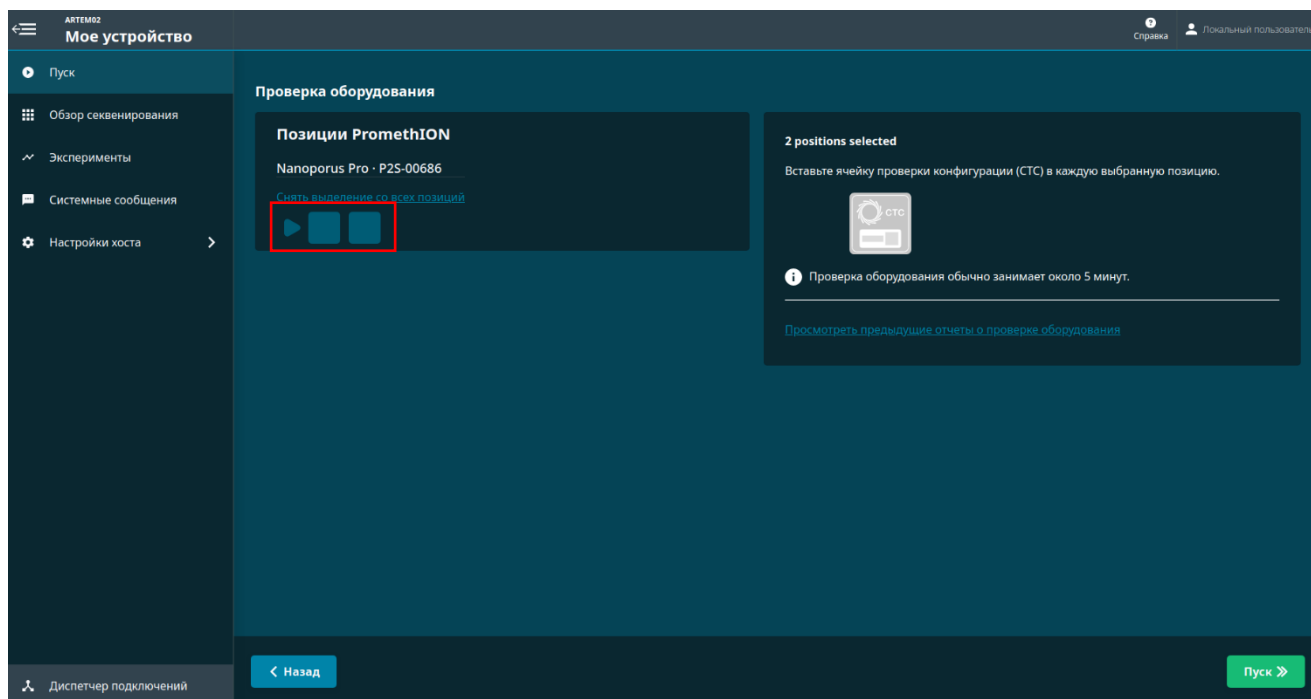
4

Перейдите на главную страницу «Пуск» и нажмите «Проверка оборудования».

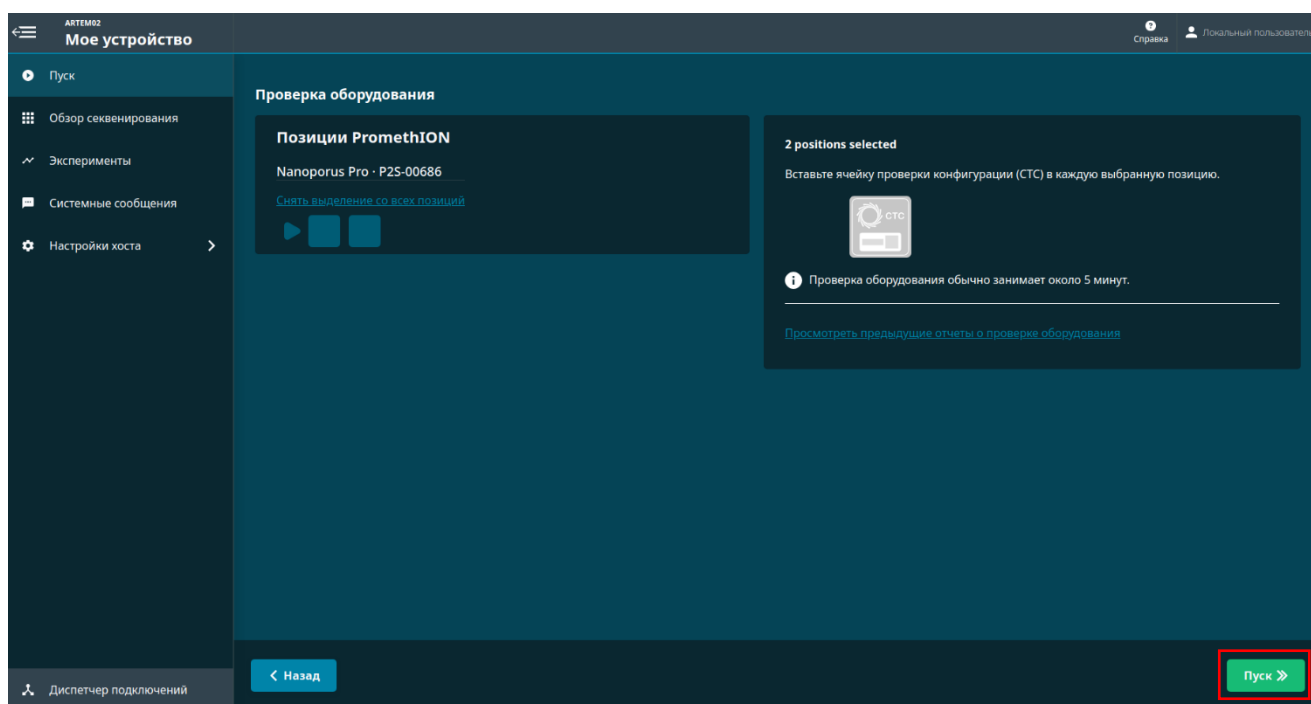


5

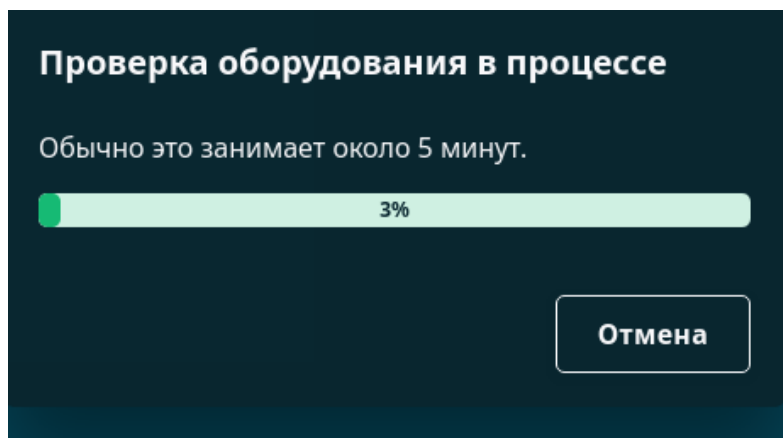
Выберите позиции CTC в графическом интерфейсе.



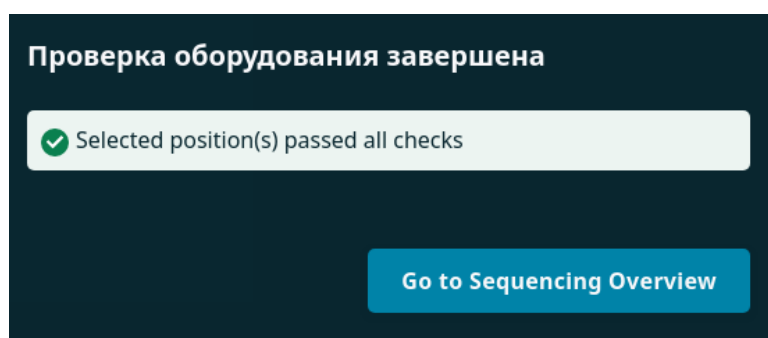
- 6 Нажмите «Пуск» в правом нижнем углу экрана, чтобы начать проверку оборудования.



- 7 Будет отображаться ход проверки оборудования.

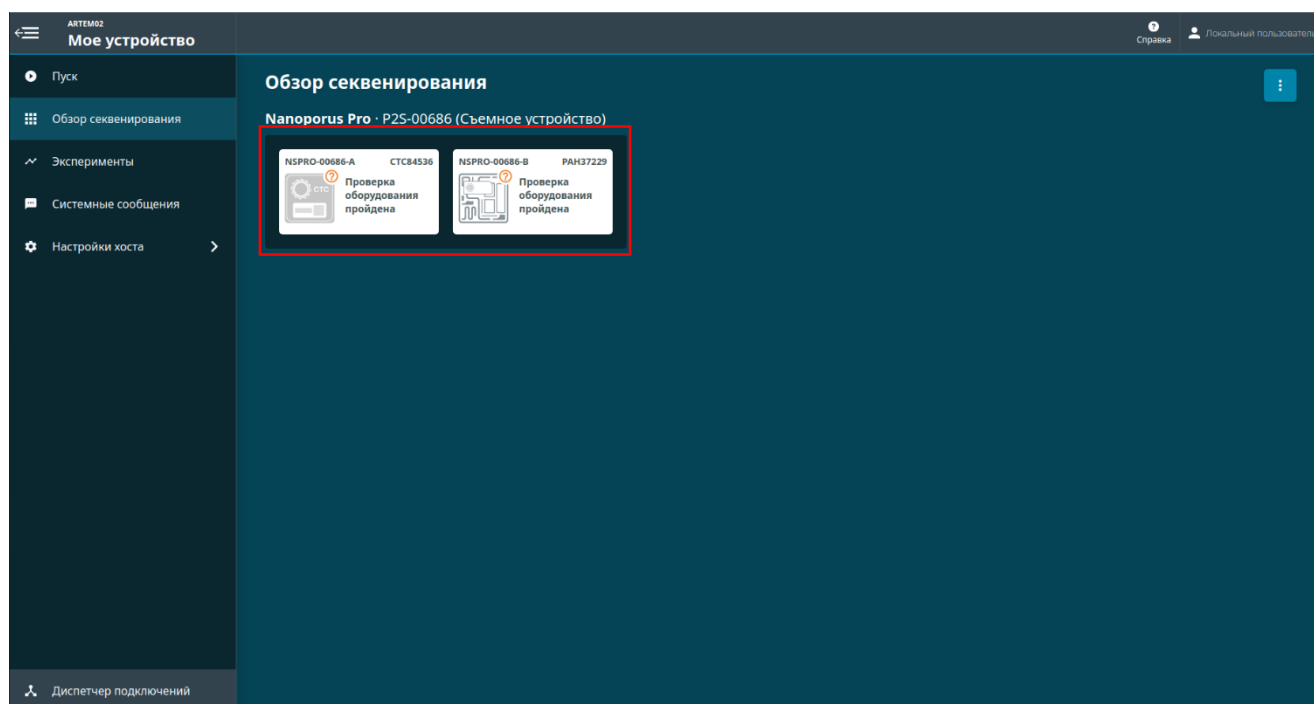


- 8 После завершения аппаратной проверки вы получите уведомление о том, прошла ли выбранная позиция (позиции) проверку или нет.

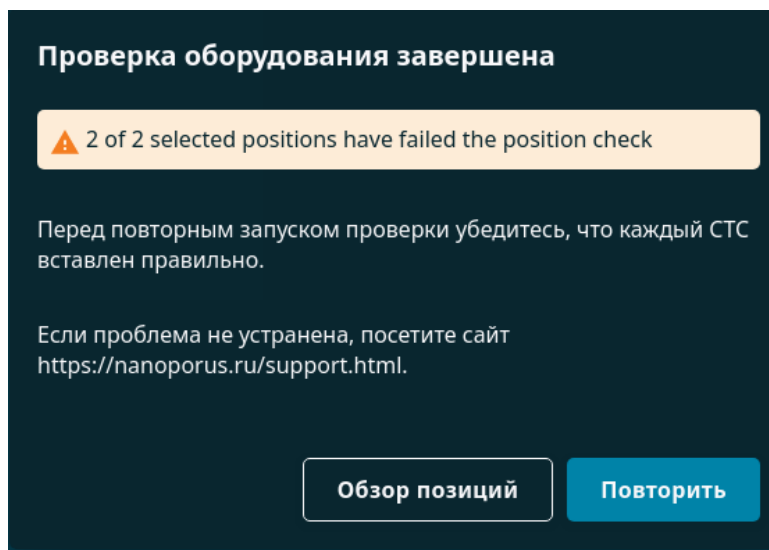


В разделе «Обзор секвенирования» будет указано, прошло ли устройство аппаратную проверку успешно или нет.

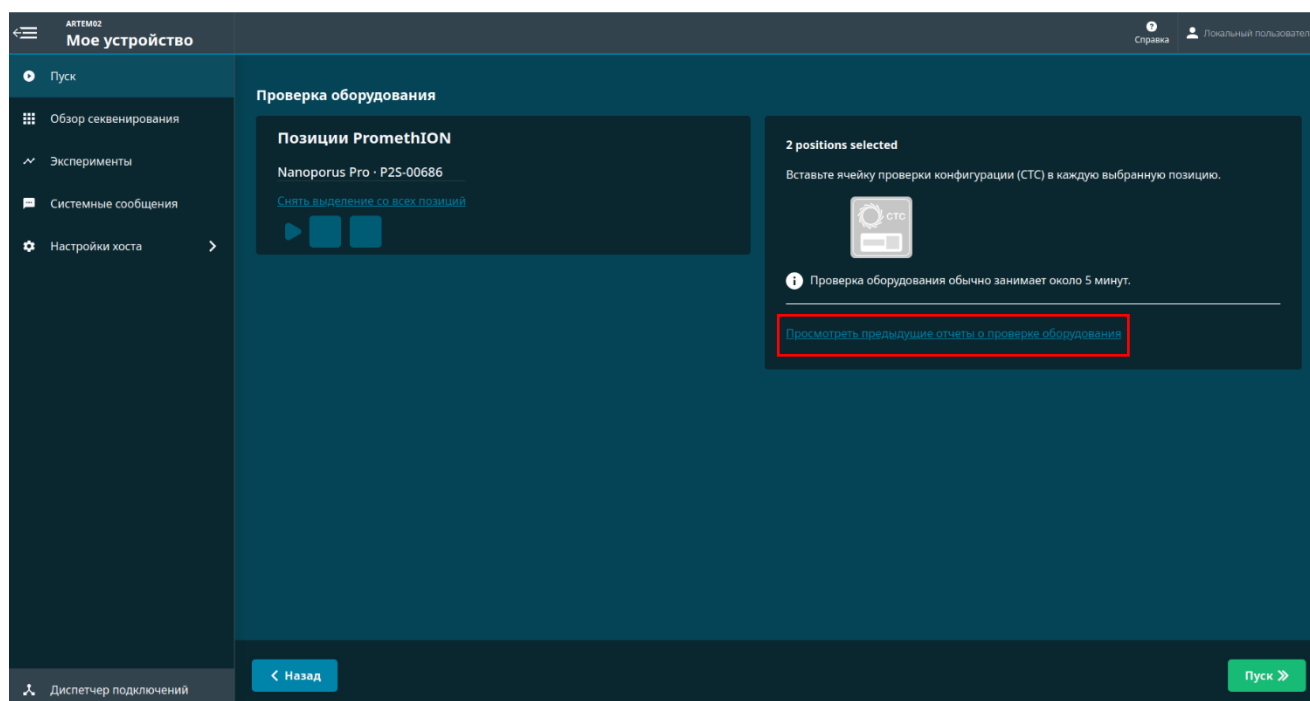
Аппаратная проверка пройдена:



Если аппаратная проверка не пройдена, извлеките и снова вставьте СТС, а затем выполните аппаратную проверку еще раз. Если проверка не пройдена во второй раз, обратитесь в службу поддержки.

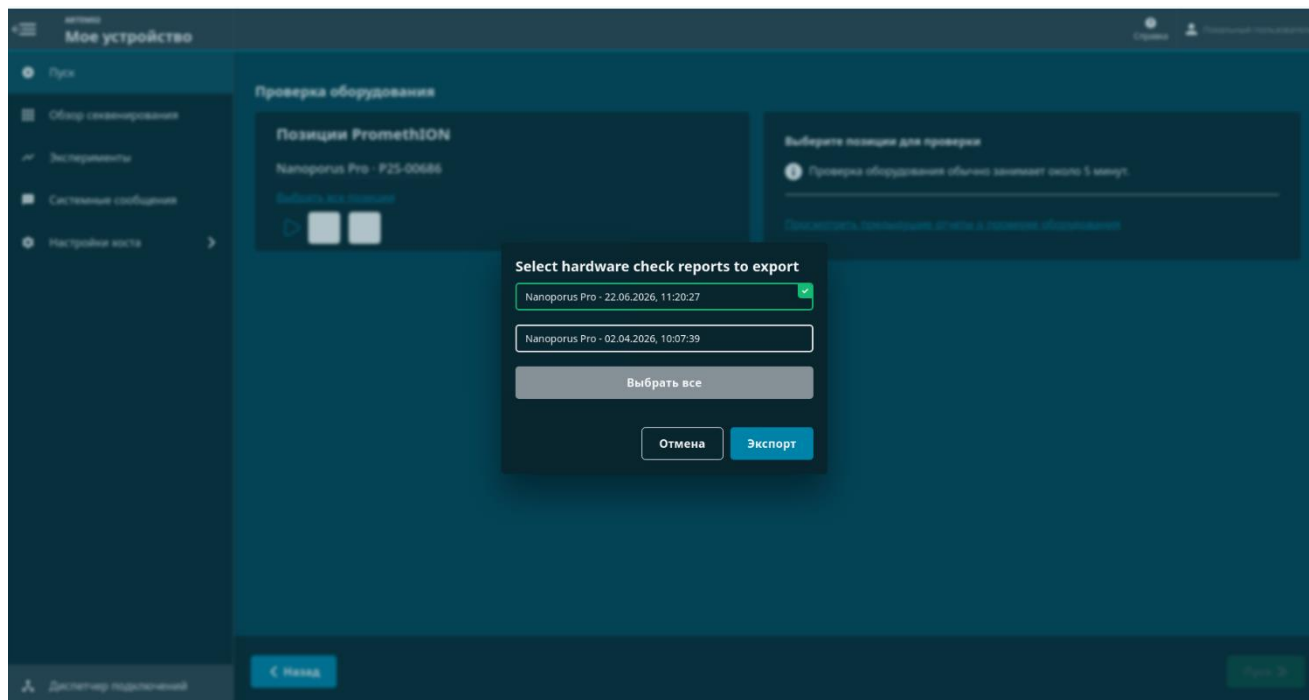


9 Чтобы просмотреть отчет о проверке оборудования, вернитесь в раздел «Проверка оборудования» и нажмите «Просмотреть предыдущие отчеты о проверке оборудования».



10 Выберите отчет (ы) для экспорта.

На выбранном отчете появится зеленая галочка. Нажмите «Экспорт», чтобы загрузить отчет.



Отчет о проверке оборудования

Проверка оборудования позволяет сформировать отчет в формате HTML, содержащий следующую информацию:

- Количество позиций, прошедших/не прошедших аппаратную проверку устройства
- Дата и время завершения аппаратной проверки
- Идентификатор аппаратной проверки
- Идентификатор устройства

Сводка показывает общий результат для каждой позиции после проверки оборудования.

Подробные результаты проверки соединения содержат информацию о том, прошла ли проверка соединения успешно или нет для выбранной позиции, с возможностью скрыть позиции, проверка которых прошла успешно.

Подробные результаты проверки температуры содержат информацию о том, прошла ли проверка температуры успешно или нет для выбранной позиции, с возможностью скрыть позиции, проверка которых прошла успешно.

Ниже приведен пример отчета:

Hardware check report

2 of 2 position(s) passed the hardware check on this device.

Check completed on: Mon, 22 June 2026 at 11:20 am
Hardware Check ID: 451a8ded-60e9-41ba-ad06-4fd9dca09124
Device ID: P25_SQLO • P25-00686

Summary

The summary shows the overall result for each position following the hardware check.

View

Grid view Table view

P25-00686-A	Pass
P25-00686-B	Pass

Connection check detailed results

The table shows the result of the connection check for each selected position. During the connection test, the device checks each selected position can be identified successfully and is able to send and receive information for sequencing.

☐ Hide passed positions

Position ID	Outcome	Comments
P25-00686-A	Pass	
P25-00686-B	Pass	

Temperature check detailed results

The table shows the result of the temperature check for each selected position. During the temperature test, the device checks each selected position can reach and maintain the required temperature. A temperature check can only take place on positions that pass the connection check.

☐ Hide passed positions

Position ID	Temperature	Outcome	Comments
P25-00686-A	34.01°C	Pass	
P25-00686-B	34.03°C	Pass	



Не оставляйте подключенными CTC ячейки, когда прибор не используется.

Перед выключением устройства извлеките CTC ячейки. Не вставляйте CTC в устройство до тех пор, пока оно не будет включено и не пройдет инициализацию для начала **проверки оборудования**.

Храните CTC в сухом месте при комнатной температуре.

5. Проверка проточной ячейки

Расходные материалы - Проточные ячейки PromethION тип **FLO-PRO114**

Оборудование - «Нанопорус ПРО»

Проверка проточной ячейки

Мы настоятельно рекомендуем перед загрузкой библиотеки ДНК или РНК проверить проточную ячейку, чтобы оценить количество доступных пор.

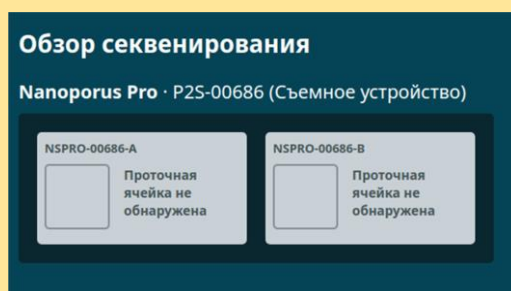


После того как проточные ячейки будут извлечены из холодильника, подождите 20 минут, чтобы они нагрелись до комнатной температуры перед установкой в прибор. Во влажной среде на проточных ячейках может образовываться конденсат. Проверьте позолоченные контакты разъемов на верхней и нижней сторонах проточных ячеек на наличие конденсата и при необходимости протрите их безворсовой салфеткой. Убедитесь, что на нижней стороне проточных ячеек есть термопрокладка (черная прокладка)



Перед установкой проточных ячеек убедитесь, что их положение подготовлено.

В MinKNOW всегда проверяйте готовность позиций для проточных кювет. Позиция готова, когда на странице обзора секвенирования отображается **«Проточная ячейка не обнаружена»**.



Установка проточной ячейки до того, как позиция будет готова, может привести к ее повреждению и повлиять на дальнейшую работу устройства.

1

Когда позиции для проточных ячеек будут готовы, установите их в стыковочные порты

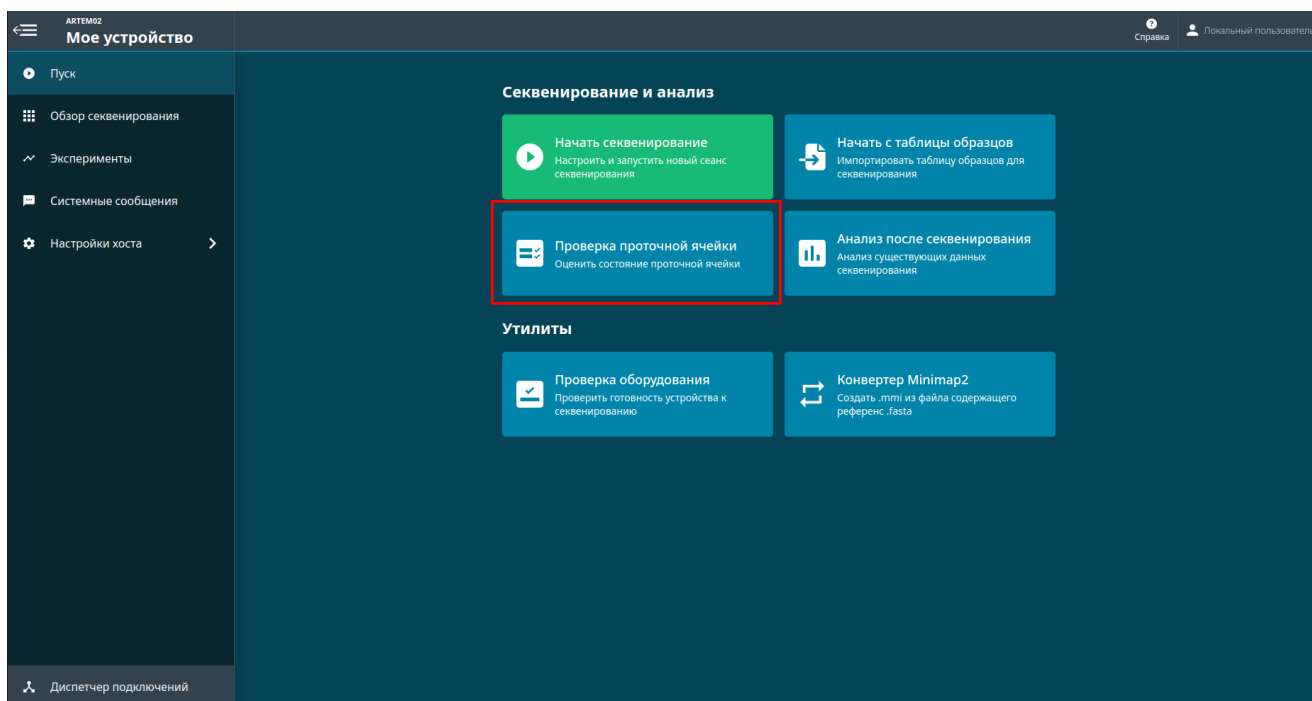


Правильная установка проточных ячеек PromethION:

1. Отожмите прижимную педаль вниз, надавив на нее.
2. По направляющим пластинам продвиньте ячейку вперед и плотно вставьте в порт для стыковки до тех пор, пока не скроются из виду золотые контакты.
3. Вновь отожмите прижимную педаль, чтобы она приняла изначальное положение.

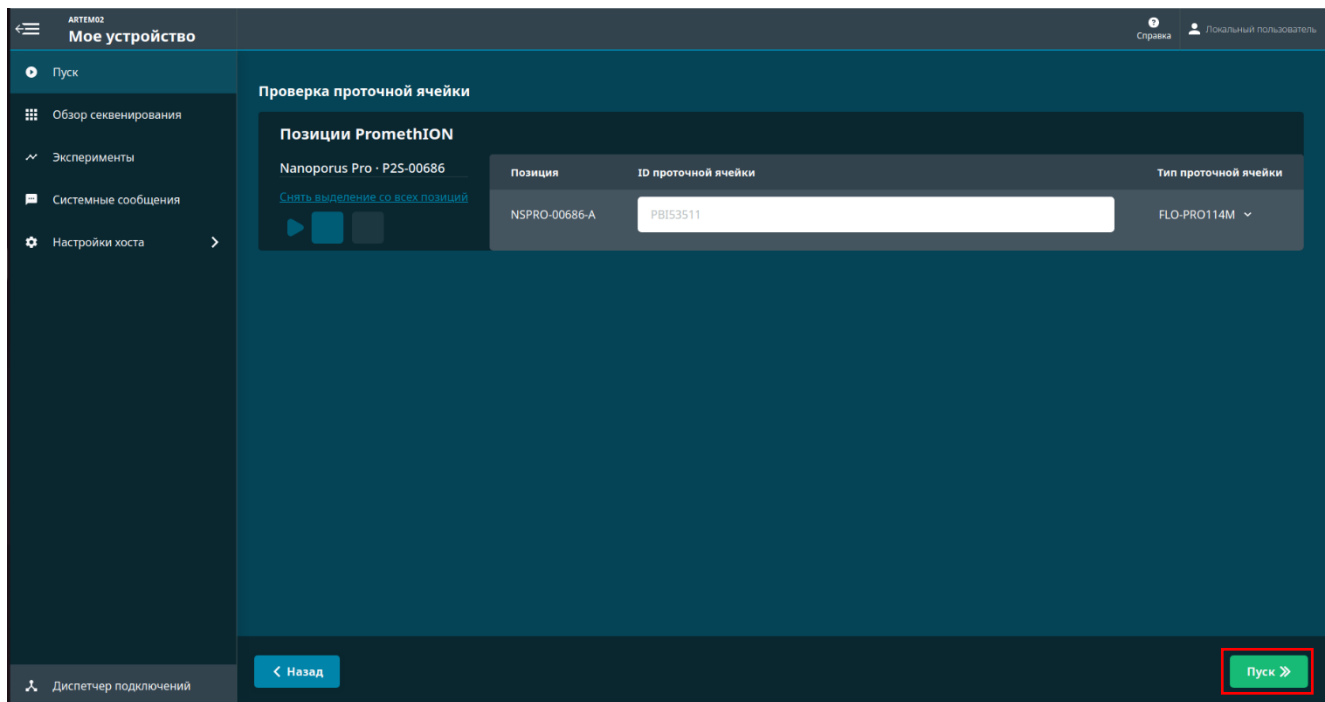
2

Перейдите на главную страницу и нажмите «Проверка проточной ячейки».

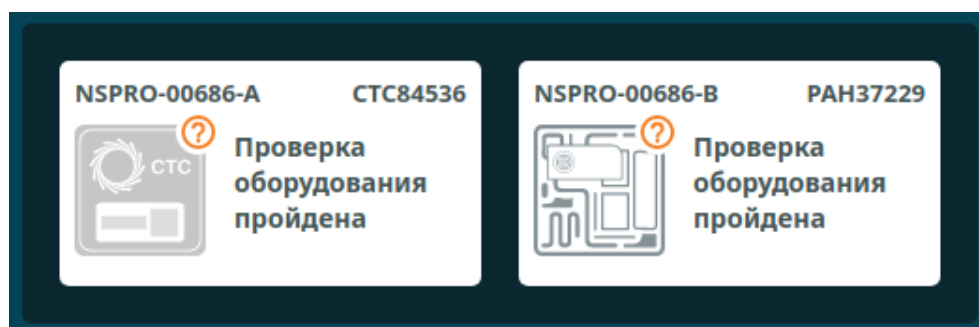


3

Когда тип и идентификаторы проточных ячеек будут распознаны, нажмите «Пуск».



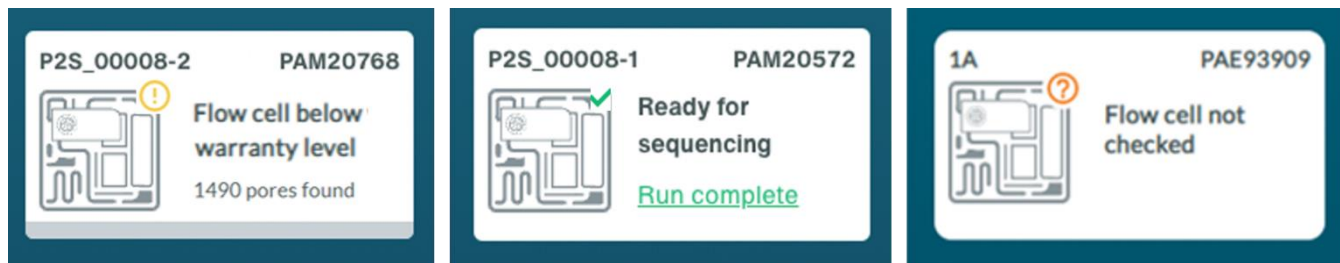
Вы будете автоматически перенаправлены на страницу «Обзор секвенирования».



Индикаторы состояния проточной ячейки

Качество проточной ячейки будет отображаться в виде одного из трех результатов:

1. **Желтый восклицательный знак:** количество пор для секвенирования не соответствует «гарантийным требованиям». Выньте проточную кювету из устройства, вставьте ее обратно и снова проверьте.
2. **Зеленая галочка:** количество пор для секвенирования превышает гарантийные требования.
3. **Оранжевый вопросительный знак:** проверка проточной кюветы не проводилась во время данного сеанса MinKNOW.



Примечание: индикатор качества будет отображаться только во время сеанса MinKNOW. По окончании сеанса MinKNOW статус проточной кюветы будет удален.

6. Секвенирование и мониторинг эксперимента

Инструкции по настройке эксперимента по секвенированию и мониторингу его хода можно найти в протоколе MinKNOW в сообществе Nanopore.

Чтобы провести секвенирование, вам понадобится очищенный образец ДНК или РНК и подготовленная библиотека для секвенирования. Подробнее о подготовке образцов читайте в разделе Подготовка нашей документации.

Вы можете получить доступ к протоколу MinKNOW по этой ссылке.

7. Управление данными

Передача данных и долгосрочное хранение — для всех устройств (GridION, рабочих станций Linux/Mac/Windows)

Очень важно, чтобы данные передавались с устройства в режиме реального времени, чтобы не прерывать выполнение задач из-за нехватки места для хранения (это распространенная проблема для ноутбуков с высокими техническими характеристиками). Для этого на объекте заказчика необходимо обеспечить достаточную пропускную способность подключения к локальной инфраструктуре/внешнему твердотельному накопителю, чтобы избежать резервного копирования данных. Мы рекомендуем использовать удаленный сервер или сетевое хранилище (NAS). Как правило, они поддерживают протоколы NFS, SMB или CIFS. Если на рабочей станции, подключенной к «Нанопорус ПРО», установлена операционная система на базе Linux, мы рекомендуем использовать NFS-монтирование из-за поддерживаемых разрешений для пользователей и групп Linux. Для рабочих станций с Windows используйте SMB, а для Mac OS — либо SMB, либо NFS. Для потоковой передачи данных в хранилище в режиме реального времени требуется твердотельный накопитель, поскольку он обеспечивает более высокую скорость записи по сравнению с жестким диском. После первоначальной записи на сетевые твердотельные накопители

данные можно переместить в хранилище с более низкой скоростью записи для долгосрочного хранения.

Форма и объем сохраняемых данных будут зависеть от ваших требований и от того, хотите ли вы в будущем, когда появятся более совершенные алгоритмы, провести базовое секвенирование данных.

- Хранение файлов POD5 с необработанными данными позволит повторно выполнить базовое секвенирование после выхода новых. В таких случаях новые версии программ для базового секвенирования позволяют значительно повысить точность базового секвенирования существующих наборов данных за счет повторного выполнения базового секвенирования. Кроме того, некоторые инструменты Oxford Nanopore и сторонних разработчиков используют необработанную сигнальную информацию, содержащуюся в POD5, для извлечения дополнительных данных из необработанного сигнала, например для определения модифицированных оснований, определения однонуклеотидных полиморфизмов на основе референсных данных или улучшения качества данных.
- Сохранение только файлов в формате FASTQ позволит использовать стандартные инструменты для последующего анализа с использованием последовательности ДНК/РНК, но при появлении улучшений в определении оснований новые данные о последовательности сгенерированы не будут.

Однако, нет точных рекомендаций по хранению данных, поскольку они зависят от конкретного объекта.

8. Завершение работы



Не извлекайте проточные ячейки во время проведения экспериментов по секвенированию.

Извлечение проточной ячейки во время активного режима работы может привести к повреждению устройства и необратимому нарушению работоспособности проточной ячейки.

Перед выключением MinKNOW всегда останавливайте активные эксперименты. Перед извлечением проточных ячеек следуйте инструкциям из раздела 11 или 12 «Остановка секвенирования и выключение».

- 1 Убедитесь, что «Нанопорус ПРО» не выполняет никаких задач, и удалите все проточные ячейки или ячейки для проверки конфигурации с мест расположения проточных ячеек.
- 2 Отсоедините кабель USB Type-C для передачи данных от «Нанопорус ПРО».
- 3 Выключите устройство посредством выключателя, расположенного на верхней панели. Индикатор состояния должен изменить цвет на красный.
- 4 Если вы используете ноутбук/ПК, подключенный к «Нанопорус ПРО», закройте MinKNOW и выключите ноутбук/ПК.

9. Остановка сеанса секвенирования



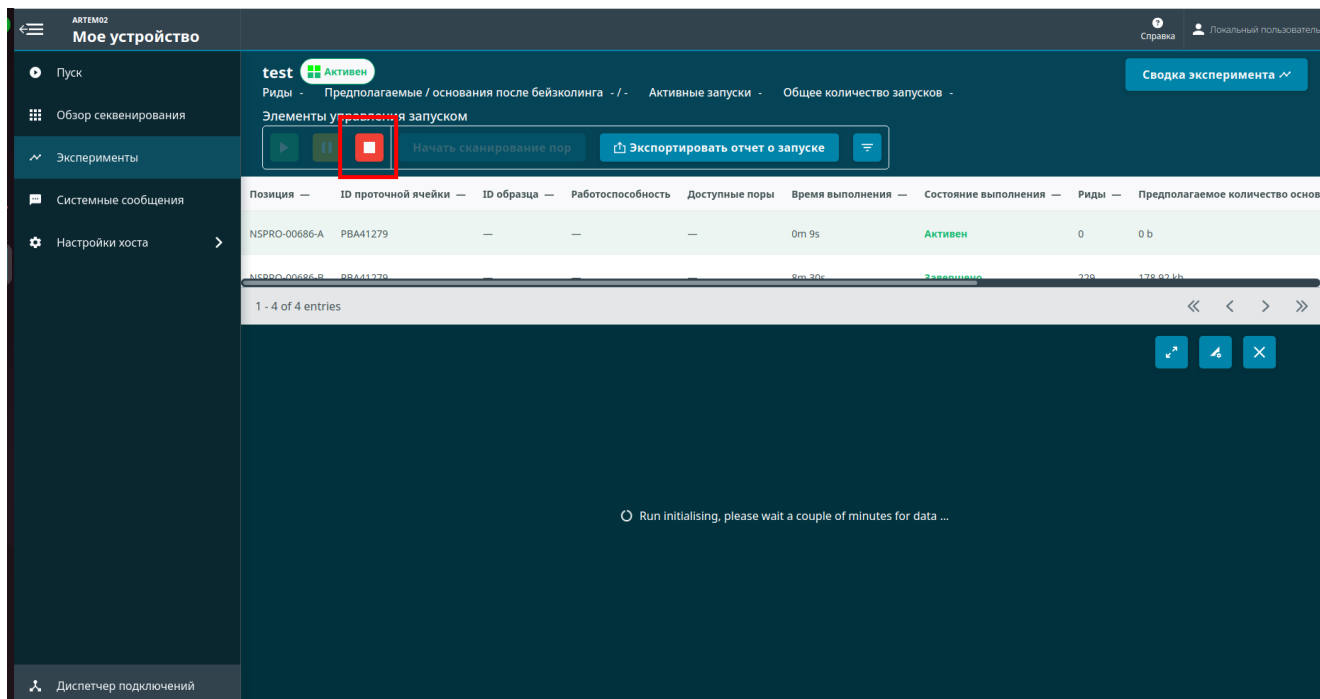
Не извлекайте проточные ячейки во время проведения экспериментов по секвенированию.

Всегда сначала останавливайте активные эксперименты в MinKNOW и дожидайтесь их завершения, прежде чем извлекать проточные ячейки.

Извлечение проточной ячейки во время активного режима работы может привести к повреждению устройства и необратимому нарушению работоспособности проточной ячейки.

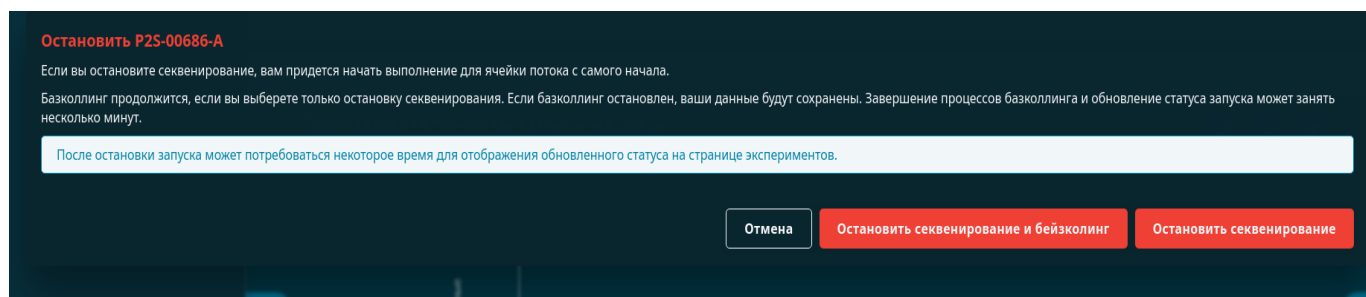
- 1 Чтобы остановить процесс секвенирования в пользовательском интерфейсе MinKNOW, нажмите «Остановить» (красная кнопка) с помощью элементов управления «Выполнить» на странице «Эксперименты».

Это необходимо только в том случае, если вы хотите завершить выполнение до истечения заданного времени.



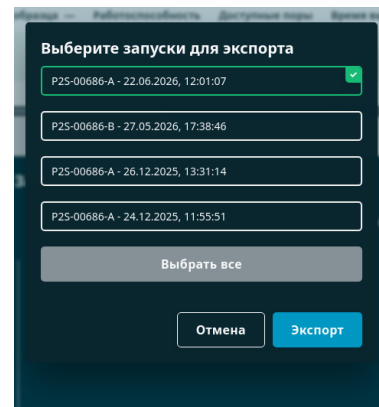
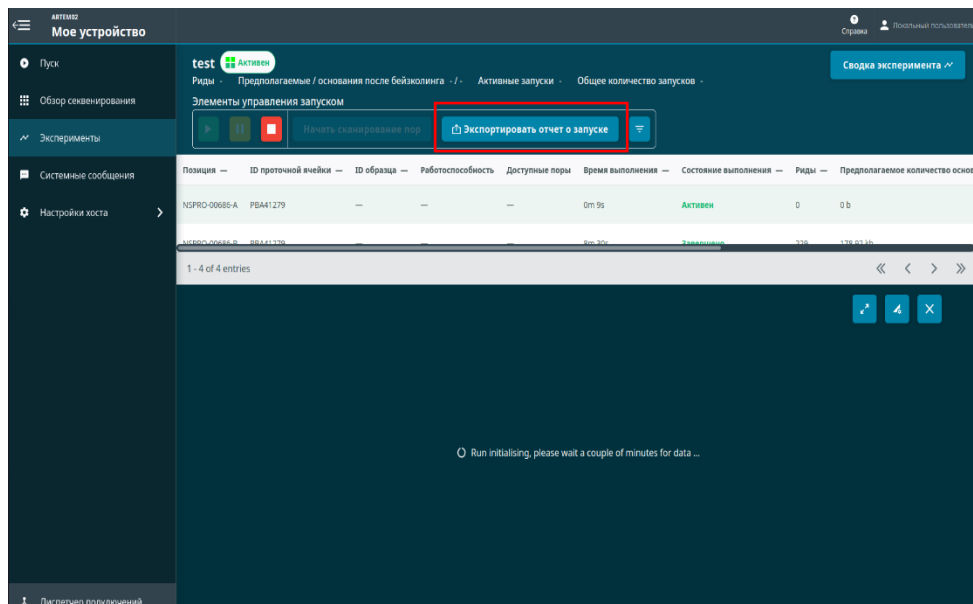
Подтвердите завершение эксперимента, нажав на один из двух вариантов:

- **Остановить секвенирование**, после чего начнется догонное определение оснований.
- **Остановить секвенирование и определение оснований**, после чего секвенирование и определение оснований будут немедленно остановлены.



2 После завершения секвенирования создайте отчет о ходе работы.

Отчет о запуске, содержащий информацию о запуске секвенирования и графики производительности, создается автоматически. Чтобы создать отчет о запуске вручную, нажмите «Экспорт отчета о запуске» и выберите эксперимент для экспорта.



Дополнительную информацию об отчете о выполнении можно найти в разделе Отчет о выполнении в MinKNOW.

3 Прежде чем выключать «Нанопорус ПРО», убедитесь, что на устройстве не выполняются процессы секвенирования, определения нуклеотидных последовательностей или анализа.