

**АИА•М** 



## Particle Works



# Particle Works, программное обеспечение и автоматизированная система для получения наночастиц

## руководство пользователя

+7 (094) 01-0173

armenia@dia-m.ru

CE

Версия: 2.2 Дата выпуска: 01/09/2022 Автор: RP

+7 (863) 303-5500

rnd@dia-m.ru

+7(843) 210-2080

kazan@dia-m.ru



+7 (923) 158-6753

kemerovo@dia-m.ruu

+7 (912) 658-7606

ekb@dia-m.ru

## Содержание

Ра на	article Works, автоматизированная система для получения ночастиц и программное обеспечение — руководство	
ПО	льзователя	1
1	Заявление	5
2	Безопасность	6
3	ПРОЧТИТЕ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ	7
4	Предупреждения и информация о безопасности	8
5	Очистка и обслуживание	9
0	5.1.1 Возврат оборудования	9
	5.1.2 Заявление об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE)	9
6	Технические требования	10
7		12
'	7 1 1 Состав оборудования	12
	7.1.2 Схема оборудования	13
	7.1.2 Слединения оборудования	1/
	7.1.5 Соединения чилов	16
8	Использование ЕСС для автоматического выполнения	
эк	спериментов	.20
	8.1.1 Настройка конфигурации оборудования в FCC	.20
	8.1.2 Настройка протокола в FCC	.21
9	Хранилище жидкости под давлением	.23
	9.1.1 Хранилище жидкости под давлением, обзор	23
	9.1.2 Газовые соединения емкостей для жидкости под давлением	.24
	9.1.3 Газовые соединения бутылок для подачи жидкостей	.25
	9.1.4 Заполнение бутылок для подачи жидкостей	.26
	9.1.5 Сброс давления в бутылках	.27
	9.1.6 Сброс давления из ХЖД	.27
10	) Hacoc Quad Particle Works	.28
	10.1.1 Обзор насоса Quad Particle Works	. 28
	10.1.2 Клапаны насоса Quad	. 29
	10.1.3 Датчики давления насоса Quad	. 30
	10.1.4 Разъемы насоса Quad для питания и передачи данных	. 30
	10.1.5 Клапан и датчик давления в сборе	. 31
	10.1.6 Шприцы Particle Works	. 32
	10.1.7 Шприц насоса Quad в сборе	. 33
	10.1.8 Вставка шприца в сборе в насос	. 35
	10.1.9 Жидкостные соединения	36
	10.1.10 Заправка системы	. 38
	10.1.1.1 Ошиски в связи с изоыточным давлением насоса	. 39 30
	10.1.12 Очистка пасоса/шприцев	. 39
	Лиаэм - официальный лилер пролукции Blacktrace в Росси	и:
	тел.: (495) 745-0508, info@dia-m.ru, www.dia-m.ru	,



	10.1.14 Работа с насосом Quad с помощью FCC	40
	10.1.15 Функции насосов Quad в FCC	42
	10.1.16 Регистрация данных	43
1	1 Автоматический клапан для образцов	. 44
	11.1.1 Удаление транспортных болтов	45
	11.1.2 Питание автоматического клапана для образцов и передача данных	45
	11.1.3 Конфигурация петель для образцов и клапана	46
	11.1.4 Вставка и подключение петель для образцов	47
	11.1.5 Замена петель для образцов	50
	11.1.6 Работа с автоматическим клапаном для образцов с помощью FC	C 51
	11.1.7 Правильное заполнение петель для образцов	51
	11.1.8 Очистка автоматического клапана для образцов	52
	11.1.9 Замена петли для образцов	53
	12 Автоматический сборник	54
	12.1.1 Питание автоматического сборника и передача данных	56
	12.1.2 Подсоединение 3-ходового клапана	56
	12.1.3 Настройка оставшегося оборудования, использующегося с автоматическим сборником	58
	12.1.4 Подсоединение шлангов к автоматическому сборнику	60
	12.1.5 Настройка конфигурации автоматического сборника продукта в FCC	61
	12.1.6 Использование автоматического сборника продукта в FCC	62
	12.1.7 Очистка автоматического сборника	63
	13 конфигурации линейных соединителей, связующих элементов и чипов	64
	13.1.1 Сборка линейных соединителей	64
	13.1.2 Промывка шлангов системы	68
	13.1.3 Сборка чипов на Н-образном связующем элементе	69
	13.1.4 Установочная станция для чипов	70
	13.1.5 Использование установочной станции для чипов	70
	14 Программа для контроля потока (Flow Control Centre)	72
	14.1.1 Обзор ПО Flow Control Center	72
	14.1.2 Подключение устройств к FCC	73
	14.1.3 Использование устройств в режиме устройств.	75
	14.1.4 Режим непрерывного производства	76
	14.1.5 Режим протокола	78
	14.1.6 Параметры эксперимента	79
	14.1.7 Промывка системы и скорость промывки	80
	14.1.8 Таблица эксперимента	81
	14.1.9 Выполнение эксперимента	82
	14.1.10 Файлы журнала FCC	83
	14.1.11 Журналы протокола	85
15	Очистка, обслуживание и тех. обслуживание системы	.86



16	Очистка чипа.	89
17	Техническая поддержка	91
18	Устранение неисправностей	92
19	Словарь терминов	94



## 1 Заявление

Это изделие предназначено только для исследовательских целей и не должно использоваться в других целях, включая, помимо прочего, производство лекарств, диагностику *in vitro* или материалы, предназначенные для медициснкого/ветеринарного применения. Этот документ конфиденциален и является собственностью компании Blacktrace Holdings Ltd. Particle Works является частью Blacktrace Holdings Ltd. Копирование этого документа без предварительного согласия не разрешается. © 2021 Blacktrace Holdings Ltd. Все права сохранены.

Не разрешается воспроизводить, раскрывать или использовать в любых других целях этот документ И его содержание без предварительного письменного согласия компании Particle Works. Вместе с этим документом компания Particle Works не передает какихлицензию, патент, товарный либо прав на знак, авторских, законодательных или подобных прав каким-либо третьим лицам.

набора и руководства подлежат пересмотрам Компоненты и изменениям при необходимости. Инструкции в этом документе должны тщательно выполняться квалифицированным и обученным Несоблюдение инструкций может привести персоналом. к повреждению изделия, ущербу для здоровья или материальному ущербу. Particle Works не несет ответственности за любой ущерб или расходы, вытекающие прямо или косвенно из использования этого изделия (включая части или программное обеспечение).

Particle Works не предоставляет каких-либо гарантий, выраженных или подразумеваемых, в том числе гарантии рыночной ценности или пригодности продукта для какой-либо цели.



## 2 Безопасность

Все оборудование производства Particle Works\* сконструировано и при соблюдении произведено для безопасной эксплуатации указанных границ температуры и давления, однако основная ответственность за безопасность при эксплуатации оборудования полностью лежит на пользователе. Работать с оборудованием только компетентные сотрудники, прошедшие должны соответствующее обучение, которые прочли и поняли инструкции по эксплуатации и осведомлены о любых связанных рисках.

\*Автоматический сборник Gilson FC203b предоставляется как часть системы с отдельным руководством по эксплуатации. Необходимо соблюдать все правила техники безопасности и инструкции для пользователя, представленные в этом руководстве.



## з ПРОЧТИТЕ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ



Включайте инструменты только в заземленную розетку сети переменного тока. Рабочее напряжение указано на наклейке с техническими параметрами. Несоблюдение этого условия может привести к повреждению модуля, ущербу для здоровья или собственности.



Не используйте для замены провод питания с неподходящими параметрами для этого оборудования. Параметры этого оборудования указаны далее в этом документе.



Если при работе с системой используются вредные химикаты, необходимо установить ее в подходящем вытяжном шкафу и в помещении с достаточной вентиляцией. Если жидкость разлилась, тшательно вытрите сухой учитывая ee тканью, природу разлившейся жидкости, И примите необходимые меры предосторожности.



#### 4 Предупреждения и информация о безопасности



К работе с системой допускается только компетентный персонал, прошедший соответствующее обучение, который должен прочесть и понять эти примечания о безопасности, руководство по эксплуатации автоматической системы для получения наночастиц Particle Works, а также любые связанные учитывать С этим риски. Если требуется обучение работе с системой, свяжитесь с компанией Particle Works для организации обучения работе с системой и ее компонентами.



Оборудование, поставляемое с системой, не следует вскрывать (подставка/корпус) и/или разбирать любым способом. Любой ремонт или проверка оборудования или его сбоев должен производиться только сотрудниками компании Particle Works.



При перемещении или перестановке системы следует разделить оборудование на модули и перемещать каждый модуль по отдельности.



Пользователь должен полностью понимать план экспериментов, которые предполагается выполнять, и оценить риски перед началом. Риски, которые нужно оценить, включают (помимо прочего): применение газа под давлением, вредных и едких химикатов и химическую совместимость.



Поставьте инструмент на твердую, горизонтальную, негорючую поверхность. Убедитесь, что зона вокруг прибора свободна. Систему необходимо использовать в подходящей среде, например, в вытяжном шкафу в случае работы с газами.



При работе с системой необходимо всегда использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ) и учитывать температуру, давление и химические риски. При работе с вредными жидкостями необходимо надевать защитные очки.



При работе в лаборатории соблюдайте все действующие правила техники безопасности. Работайте в полном соответствии с местными требованиями безопасности и правилами.



При эксплуатации в системе может создаваться давление до 10 бар. Всегда используйте подходящее защитное оборудование.



Это изделие не соответствует директиве АТЕХ и не должно использоваться во взрывоопасной атмосфере.



При работе с горючими жидкостями необходимо использовать инертные газы.

Шприцевые насосы Quad производства Particle Works не следует использовать для перекачивания вязких веществ или суспензий материалов. Работа с кашицами или суспензиями частиц может усилить износ шприцев при эксплуатации и/или привести к утечке жидкости.



Во время работы не следует прикасаться к шприцевым насосам Quad производства Particle Works и местам их присоединения к корпусу. Эти области несут потенциальный риск травмы рук и пальцев во время работы насоса.



## 5 Обслуживание и очистка

В автоматической системе для получения наночастиц используется микрожидкостная технология и микрожидкостные устройства. Как результат, необходимо заботиться о том, чтобы система эксплуатировалась в безопасной и чистой среде, чтобы снизить риск загрязнения или попадания в загрязнений извне (волокон/пыли).

Пользователям рекомендуется по возможности фильтровать все используемые жидкости через фильтр 0,2 мкм и регулярно очищать рабочую зону.



Очистку должен выполнять только персонал, обученный такой работе и осведомленный о возможных связанных с ней опасностях. Насос Quad Particle Works (и все связанное с ним оборудование не предназначено для стерилизации в автоклаве.



Ремонт должен производиться только квалифицированным сервисным персоналом или под руководством Particle Works. Вскрытие любого модуля может привести к отмене гарантии.



Перед очисткой и обслуживанием оборудования убедитесь, что во всех сосудах отсутствует давление, нагнетание давления в модуле отключено и впускная трубка удалена.



Используйте только маркированные бутылки для подачи жидкостей, поставляемые с системой. Они испытаны под давлением и на них нанесено покрытие. Если бутылки для подачи жидкости имеют царапины или повреждения, не используйте их.



Используйте только шприцы, поставляемые Particle Works вместе с системой. В случае повреждения шприца или компонентов шприца прекратите его использование.



Пользователь не должен ремонтировать компоненты самостоятельно.

## 5.1.11 Возврат оборудования

Оборудование, загрязненное или контактировавшее с биологическими жидкостями, токсичными химикатами или любыми другими веществами, вредными для здоровья, необходимо обезвредить перед возвратом компании Particle Works или к ее дистрибьютору.

Для получения дополнительной помощи обратитесь по adpecy support@particle-works.com.

5.1.12 Заявление об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE)



Particle Works соблюдает директиву EC об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE); указания и политику утилизации в конце срока службы см. на сайте <u>https://</u> www.particle-works.com/.



## 6 Технические требования

Рабочее давление (шприцев)	0–10 бар
Входное давление (ХЖД)	> 1 бар < 10 бар
Рабочее давление (ХЖД)	1 бар
Давление при испытании безопасности (ХЖД)	2 бар
Соотношение скоростей потока	До 1:10
Размер шприца и диапазон скоростей потока	(Объемы шприца 2,5/5 мл) от 50 мкл до 10 мл/мин
Рекомендуемый диапазон скоростей потока в системе	0,1–15 мл/мин (в зависимости от чипа)
Размер отверстий для жидкости	1⁄4"-28, 10–32 и люэровские соединения
Размеры петель для образца	1, 5 и 10 мл
Размеры системы	(В) 60 см х (Ш) 90 см х (Г) 60 см, как на рисунке
Требования к пространству	Рекомендуется 80 см (необходим доступ к задней и передней частям системы)
Вес системы	60 кг
Наибольший вес модуля для образцов	10 кг
Максимальный объем для сбора	Штатив код 24 позволяет собирать 14 x 20 мл (28 x 60 мм сцинтиляционных флаконов)
Минимальный объем для сбора	Штатив код 15 позволяет собирать 0,3 мл (96-луночный микропланшет)
Входное напряжение	100–220 В перем. тока, 50–60 Гц
Номинальный ток	Hacoc Quad: 0,6 A Автоматический клапан для образца : 2 A Автоматический сборник: 0,5 A 100–120 В или 0,25 A 220–240 В



Диапазон рабочих температур (внешних)	5–40°C	
Максимальная относительная влажность	80 %	
Связь	DB9 – USB через программное обеспечение Flow Control Center (FCC)	
Материалы, соприкасающиеся с жидкостями под давлением	Стекло, ПТФЭ, ЭТФЭ и полипропилен	
Смачиваемые материалы насоса Quad	Стекло и ПТФЭ, ПТФХЭ, хастеллой и перфтор-каучук (белое уплотнение)	
Материалы автоматических клапанов, соприкасающиеся с жидкостью	ПЭЭК , ПТФХЭ, ХТФЭ, фторопласт	
Материалы автоматического сборника, смачиваемые жидкостью	Стекло, ПТЭФ, ПТФХЭ, ПФА и нержавеющая сталь/титан	
Материалы чипа и соединителя, смачивающиеся жидкостью	ФКМ, ФФКМ, алюминий, ПЭЭК и боросиликатное стекло В270	
Прочие материалы	Алюминий и нержавеющая сталь покрыты белой эпоксидной краской с высокой химической стойкостью	
Размеры шлангов для жидкости	Наруж. диам. 1/8" х внутр. диам. 1,5 мм, наруж. диам. 1/16" х внутр. диам. 0,8 мм, наруж. диам. 1/16" х внутр. диам. 1 мм	
Рабочий объем 3-ходового клапана	Внутренний объем 67 мкл, мертвый объем от общего порта до в норме закрытого порта 3,5 мкл	
Жидкостные соединения 3- ходового клапана	Входное отверстие для жидкости: наруж. диам. 1,6 мм (1/16") х внутр. диам. 0,8 мм Отверстие для отходов наруж. диам. 1,6 мм (1/16") х внутр. диам. 0,8 мм: игла для сбора	
Заявление об уровне звукового давления:	А-взвешенный уровень звукового давления этого оборудования при данном нормальном рабочем положении для данного пользователя не превышает 70 дБ(А)	



## 7 Краткое руководство — конфигурация системы

Это краткое руководство поможет быстро и эффективно настроить автоматическую систему для получения наночастиц производства Particle Works. См. в разделе 9 и далее подробные инструкции по каждому фрагменту оборудования, информацию о компонентах и дополнительные сведения об использовании каждого.

#### 7.1.1 Состав оборудования

Автоматическая система для получения наночастиц производства Particle Works предназначена для работы со следующими оборудованием:

- Хранилище жидкости под давлением (ХЖД)
- Hacoc Quad (x2)
- Автоматический клапан для образцов (АКО)
- Автоматический сборник

Эти части оборудования подсоединяются через комплект калиброванных трубок для жидкостей и микрожидкостных чипов, что позволяет получать наночастицы, включая липосомы, наночастицы жидкости и полимерные наночастицы.

Оптимизация разных скоростей потока, соотношений скорости потока (ССП), соотношений разведения и жидкостей, использующихся в экспериментах, позволяет использовать широкий диапазон условий при анализе продукции. Программная платформа для регулировки потоков (Flow Control Center (FCC)) используется для управления этими параметрами и обсуждается в разделе 14.



Рис. 1: Оборудование автоматической системы для получения наночастиц

#### 7.1.2 Схема оборудования

При подсоединении компонентов желательно понимать общую окончательную конфигурацию. На рис. 2 показана схема собранной автоматической системы для получения наночастиц, компоненты которой соединяются с помощью комплекта калиброванных шлангов для жидкости.

- Инжекторный насос 1 (насос Quad 1): движущая жидкость (обычно водная), которая прокачивается через систему, подсоединяется к автоматическому клапану для образца (AKO) 1.
- Инжекторный насос 2 (насос Quad 1): движущая жидкость (обычно органическая), которая прокачивается через систему, подсоединяется к АКО 2.
- АКО 1: Содержит жидкий образец 1 (обычно водная транспортная жидкость).
- АКО 2: Содержит жидкий образец 2 (обычно предшественник наночастиц и/или органическая транспортная жидкость).
- Чип с пересекающимися каналами 1 (или другой чип): сочетает жидкости для получения наночастиц.
- Чип с пересекающимися каналами 2 (или другой чип): обычно используется для разведения образцов в линии.
- Насос для разведения (насос Quad 2): разводит наночастицы, поступающие из чипа с пересекающимися каналами 1, готовые для сбора.
- Сборный клапан: используется для начала сбора или перенаправления в отходы.

Собранная автоматическая система для получения наночастиц работает по автоматизированному протоколу. Можно настроить комплекты для нескольких линий экспериментов и запускать их без присутствия оператора, если система заправлена и петли АКО вручную загружены реактивами. В зависимости от объема, использующегося в серии экспериментов (введенного пользователем или вычисленного FCC) можно запустить ряд последовательных экспериментов после однократной загрузки петель для образцов.



Рис. 2: Схема жидкостного контура автоматической системы для получения наночастиц



#### 7.1.3 Соединения оборудования

Для правильной настройки системы выполните следующие действия:

- Шаг 1 Найдите нужные компоненты системы и убедитесь, что соответствующие кабели питания и соединительные кабели подсоединены.
- Соберите оборудование, как показано на рис. 3, установив хранилище жидкостей Шаг 2 под давлением (ХЖД) поверх насоса Quad 1, АКО поверх насоса Quad 2 и автоматический сборник справа от насоса Quad 2. Вставьте бутылки для жидкостей в ХЖД.

ПРИМЕЧАНИЕ: Перед установкой модуля на рабочую поверхность или насос Quad убедитесь в удалении транспортных болтов с нижней поверхности АКО. Сохраните эти транспортные болты в надежном месте на случай, если в будущем понадобится переместить систему.



Установочная станция Автоматический для чипа сборник

Рис. 3: Собранная система ANP без жидкостных соединений

- Шприцы и трубки нужно подсоединить к каждому насосу Quad. Начиная с Шаг 3 инжекторного насоса 1, выверните винты с рифленой головкой из привода и снимите клапан и датчик давления с насоса (их можно легко вытащить с передней поверхности насоса). Найдите и подсоедините следующие компоненты: к клапану и датчику давления:
  - i. Пара шприцов: подсоедините шприц 5 мл (с маркировкой L — лево) к левому «входному» каналу и шприц 2,5 мл (с маркировкой R — право) к правому «выходному» каналу клапана.
  - ii. Подсоедините шланг с наруж. диаметром 1/8" х внутр. диаметром 1,5 мм от одной из бутылок ХЖД к входному отверстию клапана (слева) — это соединит бутылку для подачи жидкости с насосом.
  - iii. Подсоедините шланг с наруж. диам. 1/16" х внутр. диам. 0,8 мм к выходному отверстию клапана — он подсоединяется к клапану АКО 1 и присутствует в комплекте калиброванных шлангов. Определенный необходимый отрезок шланга маркирован как «от инжекторного насоса 1 к клапану для образца 1».

**Диаэм** - официальный дилер продукции **Blacktrace** в России; тел.: (495) 745-0508, info@dia-m.ru, www.dia-m.ru





Рис. 4: Клапан насоса Quad производства Particle Works и датчик давления с подсоединенными шприцами

- Шаг 4 Повторите этот процесс для канала 2 (инжекторный насос 2), соединив выходное отверстие клапана к клапану АКО 2. Используйте калиброванный шланг, маркированный «от инжекторного насоса 2 к клапану для образца 2».
- Шаг 5 Для жидкостных соединений к клапану/от клапана необходимо использовать дополнительные фрагменты шлангов из набора калиброванных шлангов.
- Шаг 6 В АКО используются соединители 10–32 с коническими наконечниками, к которым подходят различные соединители, расположенные под углом. При подсоединении убедитесь, что соединители надежно закреплены на клапане.



Рис. 5: Автоматический клапан для образцов Particle Works

Шаг 7 Схема, расположенная на внутренней передней панели АКО, помогает правильно подсоединить компоненты. Эта схема показана на рис. 6.

Диаэм - официальный дилер продукции Blacktrace в России; тел.: (495) 745-0508, info@dia-m.ru, www.dia-m.ru



Puc. 6. Конфигурация автоматического клапана для образцов Particle Works

#### 7.1.4 Соединения чипа

В зависимости от области применения, «реактор» в данном случае относится к конкретному чипу или комбинации чипов.

- Метод гидродинамического фокусирования с использованием чипа с пересекающимися каналами: чип с пересекающимися каналами (100 мкм: 7206015, 190 мкм: 7206016 275 мкм: 7206017).
- іі. Метод микросмешивания: чип для микросмешивания (7206029).
- ііі. Метод гидродинамического фокусирования: чип с 5 входными отверстиями 3D (7206018).



Рис. 7. Чип с пересекающимися каналами, подсоединенный к H-образному связующему элементу и 4-ходовым линейным соединителям

Хотя чипы имеют разную геометрию, они подсоединяются одинаковым способом. Набор калиброванных шлангов поставляется с уже собранными линейными соединителями, включая:

- 2 х линейный соединитель 4-ходовой (7206043) с черным уплотнением из перфторкаучука.
- іі. Н-образный связующий элемент 4-ходовой (7206042)
- Шаг 1 Подсоедините шланг с маркировкой «От клапана для образца 1 к Т- образному соединителю» к автоматическому клапану для образцов 1.



Подсоедините два фрагмента шлангов, маркированных «от Т-образного соединителя к

входному отверстию чипа 1» к входному отверстию линейного соединителя. Подсоедините шланг, маркированный «от клапана для образца 2 к входному отверстию чипа 1» к линейному соединителю (рис. 7).

Шаг 2 Подсоедините шланг, маркированный «от выходного отверстия чипа 1 к входному отверстию чипа 2», от выходного отверстия чипа 1 к линейному соединителю впускного отверстия чипа для разведения, как показано на рис. 8.



Чип с пересекающимися каналами 1 Разведение Чип с пересекающимися каналами 2

Рис. 8: Конфигурация чипа с пересекающимися каналами 100 мкм (для получения частиц) и чипа 190 мкм (для разведения)

- Шаг 3 Установите насос Quad 2 (для разведения) с клапаном и датчиком давления.
- Шаг 4 Соедините шлангом с наруж. диам. 1/8" х внутр. диам. 1,5 мм бутылку для разведения с входным отверстием насоса для разведения. Найдите шланг 1/16" х внутр. диам. 0,8 мм, маркированный «от насоса для разведения к входному отверстию чипа 2» в комплекте калиброванных шлангов и соедините выпускное отверстие насоса для разведения со вторым линейным соединителем.
- Шаг 5 Выпускной шланг микрожидкостного чипа используется для соединения с автоматическим сборником (см. Шаг 7 ниже).
- Шаг 6 Подсоедините 3-ходовой клапан к консоли X-Y автоматического сборника. Клапан соединен с консолью X-Y гайкой из нержавеющей стали. Подсоедините 3-ходовой клапан с помощью установочного штифта к консоли X-Y и надежно затяните гайку вручную (рис. 9). На этом этапе убедитесь, что гайка правильно ввинчена в отверстие, так как металлическая гайка может повредить пластиковую внутреннюю резьбу, если она не выровнена при затягивании.



Рис. 9: 3-Ходовой клапан, закрепленный на консоли Х-Ү сборника

Шаг 7 Теперь необходимо подсоединить шланг к 3-ходовому клапану, который соединяет реакционные чипы с автоматическим сборником. Найдите следующие компоненты в комплекте калиброванных шлангов. На рис. 10 показаны места правильного соединения шланга с 3-ходовым клапаном.

> Диаэм - официальный дилер продукции Blacktrace в России; тел.: (495) 745-0508, info@dia-m.ru, www.dia-m.ru



- i. «От выходного отверстия чипа 2 к автоматическому сборнику»
  - 1. Подсоедините этот фрагмент шланга между выпускным отверстием чипа для разведения и боковым портом 3-ходового клапана.
- іі. «От автоматического сборника к отходам»

1. Подсоедините этот фрагмент шланга от верхнего отверстия 3-ходового клапана и опустите выпускной конец шланга для слива отходов во входящую в комплект бутылку для отходов.

Шаг 8 Опустите более крупный шланг, подсоединенный к 3-ходовому клапану автоматического сборника, во входящую в комплект бутылку для отходов. Дополнительно опустите шланги «от клапана для образцов 1 к отходам» и «от клапана для образцов 2 к отходам», идущие от АКО, в ту же бутылку для отходов.



Рис. 10: 3-Ходовой клапан автоматического сборника с шлангом от чипа 2, подсоединенным к боковому отверстию

- Шаг 9 Если используется штатив с кодом 0, закрепите держатель штатива на автоматическом сборнике, завернув каждый винт с рифленой головкой в раму автоматического сборника. Вставьте подходящий штатив в автоматический сборник и убедитесь, что в программе установлен соответствующий код штатива с помощью экрана и сенсорной панели (см. предоставленное руководство Gilson).
- Шаг 10 Установите на лоток флаконы соответствующего размера (2 мл для кода 0 или 8 мл для кода 23).

Шаг 11 Убедитесь, что насосы подсоединены к бутылкам для подачи жидкости и что питание каждого модуля включено; система собрана и готова к использованию (рис. 11).





Рис. 11: Система ANP полностью собрана



## 8 Использование FCC для автоматического выполнения экспериментов

#### 8.1.1 Настройка конфигурации оборудования в FCC

При подключенном и настроенном оборудовании эксперименты можно настраивать с помощью раздела «Протоколы» FCC.

Прежде чем делать это, важно убедиться, что все оборудование настроено и «инициализировано» через FCC.

- Шаг 1 Подключите оборудование через USB-разъемы.
- Шаг 2 Включите питание каждого компонента оборудования.
- Шаг 3 Перейдите на вкладку «Устройства» (Devices) FCC для просмотра подсоединенного оборудования.
- Шаг 4 Настройте тип шприца ("Syringe Type") для каждого из насосов Particle Works Quad и нажмите кнопку "Initialise" каждого насоса (рис. 12).



- Рис. 12: Настройка типа шприца, использующегося для насоса Particle Works Quad
- Шаг 5 Введите объем петель для образца V1 и V2 (рис. 13).



Рис. 13: Настройка объемов петель, установленных в модуль AKO Particle Works.

Диаэм - официальный дилер продукции Blacktrace в России; тел.: (495) 745-0508, info@dia-m.ru, www.dia-m.ru



#### 8.1.2 Настройка протокола в FCC

Шаг 1 Перейдите в меню «Протоколы» (Protocols) слева внизу главного окна). Под пунктом "ANPProtocolDevelopmentMode v1.0" (или более новой версии при наличии) выделите вариант по умолчанию и выберите зеленую пиктограмму копирования для создания нового протокола (рис. 14).

Particle Works Flow Control Center 6 Version 6	.0		
Protocols «	1	Add comment to log	- 🚨
📫 💼 🔂 🕞 🕞	•		
ANPProtocolDevelopmentMode v1.0  default	nuration	Description	
G Protcol 1	Config	Automated system for mixing and fractionat formulations (FCC)	ion of lipid nanoparticle
		Apparatus	
	1	Function	Device
		Automated Sample Valve	ASV 1 ~
		Automated Collector	not assigned V
		Driver Fluid 1 Pump	not assigned ~
		Driver Fluid 2 Pump	not assigned $~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~$
		Dilution Pump	not assigned Y

Рис. 14: Протокол в меню FCC автоматической системы для получения наночастиц

- Шаг 2 Протокол можно копировать, редактировать и переименовывать для создания отдельных протоколов с разными условиями эксперимента. Для запуска ANP в автоматическом режиме необходимо настроить протокол. Существует три основные области, доступные для редактирования пользователем (на рис. 15 показан протокол с введенными стандартными значениями):
- i. **Apparatus (аппарат)** определяет оборудование, использующееся для выполнения функции
- ii. **Рагатеters (параметры)** определяет физические соединения (объемы шлангов) между оборудованием.
- ііі. Experiment Table (таблица эксперимента) подбор скоростей потока и объемов для каждого отдельного эксперимента.

Protcol 1  Description  (FCC)  Apparatus	ctionation of lipid nanoparticle formu	ilatic	ns		
Function	Device				
Automated Sample Valve	ASV 1	~			
Automated Collector	Automated Collector 1	~	Parameters		
Driver Fluid 1 Pump	Quad Pump 1A	~	Name		Value
Driver Fluid 2 Pump	Quad Pump 1B	~	System Parameters		6 parameter(s)
Dilution Pump	Quad Pump 2A	×	Using Dilution Pump	Yes	~
			Wash Rate	5000	μl/min
			Valve 1 to Chip Volume	470	μl
			Valve 2 to Chip Volume	260	μl
			Chip to Dilution Tee Volume	80	μl
			Dilution Tee to Collector Volume	270	μl

Рис. 15: Разделы, относящиеся к аппарату и параметрам в FCC, с правильно введенными значениями



#### Шаг 3 После завершения раздела, относящегося к аппарату и

параметрам, можно отредактировать таблицу эксперимента. Протокол ANP вычисляет объемы образцов, необходимые для серии экспериментов, на основании введенных пользователем соотношений скоростей потока. Таким образом, таблица экспериментов позволяет пользователям настраивать скорости подачи для каждого насоса (рис. 16).

Drive (µl/n	er Fluid 1 Flow Rate nin)	Driver Fluid 2 Flow Rate (µl/min)	Dilution Pump Flow Rate (µl/min)	NP Precursor 1 Volume (µI)	Head Cut (µl)	Tail Cut (µl)	NP Precursor 1 Metadata	NP Precu	rsor 2 N	etadata
J	3000	1000	1000	250	20	20	MRNA X	Lipid Y		
4	- +	•					G	Ŀ		(i)

Рис. 16: Таблица экспериментов, доступная для редактирования пользователем, в протоколе ANP в FCC

- Шаг 4 Пользователи могут ввести желаемый объем для ввода водной транспортной жидкости (объем зависит от подсоединенной петли для образца), а также задать отбрасывание любого требуемого начального/конечного объема для оптимизации отбора проб. Также можно ввести метаданные эксперимента (например, идентификаторы образцов или информацию о составе) для лучшей
- Шаг 5 идентификации образцов из файлов журналов.
  После завершения таблицы эксперимента можно запустить протокол. FCC вычисляет требуемые предварительные объемы и выдает пользователю запрос на загрузку образца в соответствующее время согласно протоколу. Перед запуском убедитесь в
- Установите в хранилище жидкостей под давлением бутылки с достаточным объемом подходящей движущей жидкости
- іі. Убедитесь, что питание оборудования включено и оно обнаружено программой FCC
- ііі. Вставьте флаконы-сборники в автоматический штатив для сбора

наличии следующих предпосылок:

iv. Подготовьте образцы как требуется, убедившись в наличии шприцев с люэровским замком при появлении запроса от FCC

После подготовки вышеперечисленного перейдите в область контроля выполнения, выделите пункт "Run Experiments" (запустить эксперименты) и нажмите кнопку запуска, как показано на рис. 17. Примечание: пользователи также могут использовать промывку системы "Wash System" перед первым экспериментом, чтобы обеспечить полное смачивание — это необходимо при настройке оборудования впервые, чтобы гарантировать заполнение всех шлангов и петель для образцов жидкостью.



Рис. 17: Запуск протокола из FCC

Диаэм - официальный дилер продукции Blacktrace в России; тел.: (495) 745-0508, info@dia-m.ru, www.dia-m.ru



## 9 Хранилище жидкости под давлением

В этом разделе подробнее объясняется каждый из программных модулей, в частности, их функции, эксплуатация и сборка.

#### 9.1.1 Хранилище жидкости под давлением, обзор

Хранилище жидкости под давлением(ХЖД) предназначено для использования с насосом Quad. Оно вмещает до 4 x 250 мл бутылок с реактивами (входят в комплект). Хранилище жидкости под давлением позволяет создавать давление в свободном пространстве над жидкостью в бутылках до 1 бар включительно.

Это позволяет использовать воздух и реактивы, чувствительные к влаге, и способствует исключительно плавному потоку, сводя к минимуму кавитацию на входе (образование пузырьков пара в жидкости) и пузырение жидкости при перекачивании.

Бутылки имеют пластиковое покрытие и испытаны при давлении до 1 бара. Хранилище жидкостей под давлением рассчитано на давление источника сжатого газа до 10 бар. Обзор частей, поставляемых в комплекте с источником жидкости под давлением, показана на рис. 18.



Рис. 18: Компоненты хранилища жидкости под давлением



#### 9.1.2 Газовые соединения хранилища жидкости под давлением

Это плотное газовое соединение, к которому подходят шланги с наружным диаметром 4 мм, расположенное в передней левой части прибора под спускным клапаном (рис. 19). Хранилище жидкости под давлением поставляется в комплекте с набором переходников для газовых соединений, чтобы подсоединять шланги с наружным диаметром 4 мм в зависимости от размера и типа используемых соединителей для подачи газа.

Для использования возможностей хранилища жидкости под давлением устройство необходимо подключить к внешнему источнику газа. Источник газа должен соответствовать следующим требованиям:

- Давление на входе >1 бар и <10 бар
- Рабочее давление системы 1 бар
- Соединитель с наруж. диаметром 4 мм на регуляторе.
- Сжатый воздух или другой инертный газ (не следует использовать взрывчатые или легковоспламеняющиеся газы/пары — пользователи ответственны за оценку риска при работе с конкретными сочетаниями рабочих жидкостей с газами под давлением).



Рис. 19: Газовые соединения хранилища жидкости под давлением

Спускной клапан — это компонент для выпуска малых объемов газа во избежание создания давления внутри бутылок при подсоединении. Спускной клапан настроен на заводе и обычно не требует регулировки.

Спускной клапан следует проверять при каждом использовании хранилища жидкости под давлением. При подсоединении источника газа должен быть слышен звук выходящего из клапана газа.

Положение ручки регулировки (рис. 20) определяет направление газа в Хранилище жидкости под давлением. Возможны два положения ручки регулировки, таким образом, можно настроить два режима работы хранилища жидкости под давлением:

- "Vent" газ подается из баллона и пропускается сквозь прибор, проходя через выпускное отверстие сзади.
- "On" газ направляется через газовые шланги в бутылки для подачи жидкостей.





Рис. 20. Ручка регулировки хранилища жидкостей под давлением

#### 9.1.3 Газовые соединения бутылок для подачи жидкостей

Бутылки для подачи жидкостей соединены с хранилищем жидкостей под давлением гибкими газовыми шлангами. Предусмотрено 4 отдельных комплекта шлангов, и на каждую бутылку для подачи требуется только одно соединение для подачи газа. Если используется меньше 4 бутылок, можно оставить газовые шланги на месте, закрепив их в специальном держателе хранилища жидкостей под давлением.

Для подсоединения газового шланга к бутылке:

- Шаг 1 Убедитесь, что источник газа отсоединен или установлен режим "Vent". Осторожно оттяните внешнее кольцо быстроразъемного вставного соединения для отсоединения от коллектора хранилища жидкости под давлением.
- Шаг 2 Теперь вставной быстроразъемный соединитель можно подсоединить к соответствующему соединителю на бутылке для подачи, нажав на него до щелчка.
- Соединители можно отсоединить, осторожно потянув за внешнее кольцо.
- Шаг 3





Рис. 21. Соединения бутылки для жидкостей под давлением



Крышка бутылки имеет два отверстия ¼"-28, которые можно использовать для подсоединения шлангов для забора жидкости из бутылки. При создании давления в бутылке следует закрыть все неиспользуемые отверстия заглушкой (рис. 21).

#### 9.1.4 Заполнение бутылок для подачи жидкостей

При заполнении бутылок для подачи жидкостей учитывайте природу используемых реактивов и убедитесь в использовании подходящих процессов и правил работы с жидкостями.

При использовании реактивов, нечувствительных к воздуху/влаге:

- Шаг 1 Убедитесь, что передняя ручка повернута в положение "Vent".
- Шаг 2 Открутите и снимите крышку бутылки.
- Шаг 3 Вылейте раствор растворителя или реактива в бутылку. В комплект входит дополнительный фильтр (10 мкм, ПТФЭ), который можно подсоединить к входному шлангу, вставленному в бутылку; при его использовании убедитесь, что уровень жидкости выше уровня фильтра.
- Шаг 4 Снова закройте бутылку крышкой, плотно завернув ее, убедившись, что отверстие закрыто заглушкой, если требуется.
- Шаг 5 Подсоедините шланг для жидкости, идущий от крышки, к входному отверстию соответствующего канала насоса Quad.
- Шаг 6 Подсоедините газовый шланг к бутылке с помощью быстроразъемного соединителя, нажав на соединитель до щелчка (рис. 22).



Рис. 22: Подсоединение быстроразъемного соединителя шланга, идущего от хранилища жидкости под давлением к бутылке для подачи жидкости

Шаг 7 Установите бутылку(и) для подачи жидкости в лоток хранилища жидкостей под давлением.

**Шаг 8** Переведите ручку регулировки в положение 'On', чтобы создать давление в бутылке.

**Шаг 9** Теперь можно откачивать растворитель или реактив из бутылки (рис. 23).

Диаэм - официальный дилер продукции Blacktrace в России; тел.: (495) 745-0508, info@dia-m.ru, www.dia-m.ru



Рис. 23: Хранилище жидкостей под давлением с заполненной бутылкой для подачи жидкости

#### 9.1.5 Сброс давления в бутылках

Если давление в бутылке ХЖД больше не требуется и/или его необходимо сбросить (например, для восполнения жидкости или замены на другую жидкость),

- Шаг 1 Переведите ручку регулировки из положения "On" в положение 'Vent'.
- Шаг 2 Через короткое время давление в бутылках упадет. Подождите примерно 1 минуту, прежде чем отвинчивать крышку или отсоединять шланг от крышки бутылки.
  Шаг 3
- Отсоедините газовый шланг от крышки бутылки и закрепите его в держателе Шаг 4 ХЖД.

Теперь давление в бутылках отсутствует.

#### 9.1.6 Сброс давления в ХЖД

Если вам больше не требуется давление в самом модуле ХЖД, источник газа можно удалить/отсоединить от модуля.

- Шаг 1 Найдите источник газа, подсоединенный к ХЖД
- Шаг 2 Изолируйте газовый шланг, перекрыв подачу газа, установив нулевое давление на регуляторе давления или выпустив газ из компрессора, использующегося в системе.
  Шаг 3
- Когда давление отсутствует, можно отсоединить газовый шланг с наружным диаметром 4 мм от входного соединения ХЖД для подачи газа:
  - Нажмите на кольцо соединителя, чтобы прижать (внутреннюю) пружину с зубцами, удерживающую шланг
  - іі. Когда кольцо прижато, шланг можно извлечь, вытянув из соединителя.
- Шаг 4 Уберите шланг в место хранения для использования в будущем.



## 10 Hacoc Quad производства Particle Works

#### 10.1.1 Обзор насоса Quad производства Particle Works

Насос Quad, разработанный специально для микрожидкостных технологий, позволяет независимо контролировать два потока жидкостей. С его помощью можно получить скорость потока от 0,05 до 10 мл/мин с давлением до 10 бар. Встроенный датчик давления каждого из жидкостных каналов измеряет давление в каждом из каналов со сбором и регистрацией данных с помощью программного обеспечения. Насос Quad контролируется непосредственно программой для контроля потока (FCC) с целью доступной автоматизации.

Для получения плавного, устойчивого и непрерывного потока в каждом канале используется пара шприцев, работающих циклически. Когда оба шприца заполнены, правый шприц подает жидкость в систему, а после его опорожнения заполнение осуществляется левым шприцем. Одновременно левый шприц (вдвое большего объема, чем правый) также подает жидкость в систему.

Это гарантирует постоянное поддержание нужной скорости потока и позволяет правильное и точное управление микрожидкостной системой с минимальной пульсацией.

Система содержит два насоса Quad, каждый из которых имеет аналогичную конфигурацию с разными выпускными соединениями.

#### Hacoc Quad 1

- о Канал 1А обычно используется для водных растворов
- о Канал 1В обычно используется для органических растворов

#### Hacoc Quad 2

- о Канал 2А обычно используется для разведения
- о Канал 2В обычно используется для ручных процессов



Рис. 24: Компоненты насоса Quad – вид спереди





Гнездо провода питания с 3 контактами

Рис. 25: Компоненты насоса Quad – вид сзади

#### 10.1.2 Клапаны насоса Quad

Жидкости поступают из шприцев и в них через 2-ходовые клапаны из ПТФХЭ (ПТФХЭ обладает превосходной химической стойкостью и позволяет использовать с системой самые разнообразные жидкости). При работе насоса клапан автоматически включается, обеспечивая стабильный непрерывный поток с минимальными возмущениями жидкости.

Выпускное отверстие клапана сдержит белое уплотнение из перфтор-каучука, которое должно быть на месте для создания герметичного соединения между клапаном и датчиком давления.



Puc. 26: Клапан насоса Quad Particle Works



Выходное отверстие для жидкости (из резервуара/

бутылки)

## Particle Works – руководство по эксплуатации

#### 10.1.3 Датчики давления насоса Quad

Каждый канал насоса также включает встроенный датчик давления (рис. 27), который непрерывно предоставляет информацию о давлении в жидкостной линии между клапаном и расположенным далее оборудованием. Кроме того, он позволяет предотвратить избыточное давление в системе за счет установки собственного предела давления для эксперимента



Рифленые винты для соединения с клапаном

Выходное отверстие для жидкости 1⁄4" - 28 в систему

Рис. 27: Датчик давления насоса Quad Particle Works

#### 10.1.4 Разъемы насоса Quad для питания и передачи данных

Насос Quad предназначен для работы исключительно с компьютерным управлением с помощью программного обеспечения Flow Control Center (FCC). Для подключения прибора к компьютеру в комплект входит белый кабель RS232 – USB (маркирован номером 3200197).

Насос Quad имеет два основных выключателя питания. Это выключатель питания, расположенный в задней части прибора (рядом с 3-контактным гнездом для провода питания) и выключатель со светодиодом в передней части насоса. Для питания насоса оба выключателя должны быть включены.

Подсоедините входящий в комплект провод питания к розетке и к 3-штыревому разъему в задней части модуля. Белым соединительным кабелем соедините насос Quad с компьютером (RS232 к порту DB9 и USB к компьютеру).

Порт передачи данных (RS232)

> Выключатель питания



Гнездо провода питания с 3 контактами

Рис. 28: Разъемы насоса Quad для питания и передачи данных

**Примечание:** рекомендуется собирать насос с клапанами, датчиками давления и шприцами до включения насоса и запуска FCC, чтобы гарантировать правильное распознавание всех компонентов.



#### 10.1.5 Клапан и датчик давления в сборе

Датчики давления ответственны за измерение давления между клапанами и находящимся далее оборудованием (чипом, сборником и др.) Они устанавливаются непосредственно на корпус клапана, и их можно легко и быстро установить и снять.

- Шаг 1 Клапаны насоса Quad уже подсоединены к насосу и их не следует удалять.
  - і. Возьмите одной рукой клапан, который все еще вставлен в каркас насоса (рис. 29)
  - іі. Потяните за клапан, чтобы отделить от корпуса насоса (при необходимости покачивая его из стороны в сторону)
  - Теперь клапан отделен от насоса и датчика давления (к каждому iii клапану подсоединен 1 датчик давления).



Рис. 29. Снятие клапана насоса Quad.

- Шаг 2 Совместите золотые соединительные штыри между датчиком давления и корпусом клапана (рис. 30).
- Рис. 3 Заверните два винта с рифлеными головками (расположены по диагонали на противоположных концах датчика давления) в корпус клапана — делайте это равномерно, чтобы давление вокруг лицевой части датчика давления было равномерным.
- Illar 4

Винты с рифленой головкой необходимо затягивать вручную без

- использования инструментов. Шаг 5
- После затягивания датчик давления-клапан в сборе готов к подсоединению Шаг 6 шприцев.

Повторите для второго канала насоса и отложите клапаны и датчики давления в сборе в сторону.



Рис. 30: Подсоединение датчика давления к клапану насоса Quad

#### 10.1.6 Шприцы производства Particle Works

Для правильной работы насоса Quad производства Particle Works необходимо подсоединить шприцы. Шприцы необходимо вставить и подсоединить к корпусу клапана до вставки в основной корпус насоса Quad. Это необходимо для обеспечения достаточного пространства для затягивания шприцев в отверстии клапана и правильной высоты поршня перед присоединением к оси привода насоса.

Шприцы собираются парами, дополняющими друг друга; это необходимо для обеспечения плавного и стабильного потока с минимальными перерывами в работе системы. Достижимые скорости потока зависят от шприца, и достижимые максимальный/ минимальный скорости потока в системе можно посмотреть в табл. 1.

(Размер шприца)	Кат. №	Диапазон скоростей потока
(2,5–5,0 мл)	7206009	0,05 (50 мкл/мин) – 10 мл/мин

Таблица 1: Скорости потока при использовании шприцев

Следует отметить, что ЛЕВЫЙ шприц имеет полный объем 5 мл, что вдвое больше чем у ПРАВОГО (2,5 мл). Два шприца работают в тандеме, перекачивая жидкость в систему.

Стандартный насосный цикл описан ниже:

- і. Оба шприца НАПОЛНЯЮТСЯ на первой стадии (рис. 31).
- ПРАВЫЙ шприц затем выпускает объем в систему, пока не опустеет. ЛЕВЫЙ шприц остается изолированным за счет 2-ходового клапана
- Когда ПРАВЫЙ шприц опустеет, клапан включается и ЛЕВЫЙ шприц немедленно начинает подачу жидкости как в систему. так и в ПРАВЫЙ шприц.



- iv. Эта стадия гарантирует поддержание желаемой скорости потока и наполнение ПРАВОГО шприца, который будет готов после завершения ЛЕВЫМ шприцем своей задачи.
- Когда ЛЕВЫЙ шприц опустеет, клапан включается, и ПРАВЫЙ шприц начинает подачу жидкости. ЛЕВЫЙ шприц начинает заполняться, и цикл повторяется.



Рис. 31: Согласованная работа шприцев насоса Quad (a), когда ЛЕВЫЙ шприц наполняется, а ПРАВЫЙ шприц опорожняется, и (b) ЛЕВЫЙ шприц опорожняется, в то время как ПРАВЫЙ — наполняется

#### 10.1.7 Шприц насоса Quad в сборе

Шприц должен быть подсоединен к клапану, а клапан, в свою очередь, должен быть отсоединен от корпуса насоса. Пара шприцев маркирована LEFT и RIGHT (левый и правый), соответственно, для облегчения распознавания и подсоединения к клапану.

ПРИМЕЧАНИЕ: шприцы следует собирать только при выключенном питании насоса во избежание повреждений при работе насосов.

- Шаг 1 Возьмите клапан (с подсоединенным датчиком давления) и вставьте ЛЕВЫЙ шприц в левое отверстие на нижней стороне клапана.
- Шаг 2 Перед подсоединением шприцев расположите основание поршня так, чтобы оно было выровнено с основанием оси привода (красным) клапана. Осторожно нажмите/вытяните поршень соответствующим образом. Шприцы следует осторожно завернуть в клапан вручную, чтобы соединение было плотным.
- Шаг 3 Повторите то же с ПРАВЫМ шприцем.

При завинчивании шприцев в корпус клапана необходимо соблюдать осторожность, чтобы не перетянуть их. Перетягивание может создать чрезмерное давление на цилиндр из ПТФЭ на кончике шприца, сократив срок службы шприца.



Рис. 32: Соединение пары шприцев с клапаном насоса Quad

Конец цилиндра из ПТФЭ должен выступать из шприца, занимая пространство между стальной резьбой шприца и корпусом клапана из ПТФХЭ (рис. 33). ПТФЭ может деформироваться при избыточном давлении на поршень при затягивании, что в тяжелых случаях может привести к утечке жидкости.



Рис. 33: Шайба из ПТФЭ насоса Quad; у шприца слева шайба частично сжата, тогда как у шприца справа уплотнение новое



#### 10.1.8 Вставка шприца в сборе в насос

После соединения шприцев весь узел в сборе готов к вставке в насос Quad.

Шаг 1 Перед любыми последующими действиями удалите рифленые винты из оси привода насоса Quad. Их можно извлечь вручную и отложить в сторону, так как они потребуются для закрепления шприца на приводе после вставки (рис. 34).



Рис. 34: Рифленый винт насоса Quad

- Шаг 2 Возъмите клапан в сборе и плотно вставьте в корпус насоса Quad. Клапан вставляется с датчиком давления, расположенным спереди справа (если насос обращен к пользователю — рис. 24).
- Шаг 3 Внимательно следите за поршнем шприца, чтобы он не мешал движению основания оси привода насоса Quad. При необходимости полностью вдавите поршень шприца, чтобы он не создавал препятствий.
- Шаг 4 Перед вставкой в насос убедитесь, что отверстия шприца для рифленых винтов обращены вперед, чтобы винт можно было завернуть снова после того, как клапан будет установлен на место.



Рис. 35: Установка клапана на место в насос Quad



- Шаг 5 Раздастся «щелчок», показывающий, что клапан плотно вставлен.
- Шаг 6 Снова заверните рифленый винт в основание приводной оси и отверстие в основании поршня шприца.
- Шаг 7 Повторите это для второго канала насоса.
  - Теперь насос Quad собран и готов к подсоединению шлангов для жидкостей.



Рис. 36: Закрепление шприца на оси привода насоса Quad

#### 10.1.9 Жидкостные соединения

Система ANP поставляется со специальным комплектом калиброванных шлангов (7206012). В нем можно найти подходящие фрагменты шлангов для подсоединения к насосам Quad. Таблица 2.

Метка на пакете	Обозначение	Количество
1	От бутылки хранилища жидкостей под давлением к инжекторному насосу	4
3	От инжекторного насоса (1/2) к клапану для образца (1/2)	2
4	От насоса для разведения к входному отверстию чипа 2	1

Таблица 2: Калиброванные шланги, необходимые для подсоединения к насосам Quad

- Шаг 1 Найдите шланги, перечисленные в табл. 2.
- Шаг 2 Затяните каждое соответствующее соединение в каждом входном/выходном отверстии каждого насоса Quad, как показано на рис. 37.

#### Hacoc Quad 1

- а. (1) От бутылки ХЖД к инжекторному насосу; (3) от инжекторного насоса 1 к клапану для образца 1
- b. (1) От бутылки ХЖД к инжекторному насосу, (3) от инжекторного насоса 2 к клапану для образца 2

#### Hacoc Quad 2

- а. (1) От бутылки ХЖД к инжекторному насосу, (4) от насоса для разведения к входному отверстию чипа 2
- b. (1) От бутылки ХЖД к инжекторному насосу, не используется в режиме протокола


#### Рис. 37: Калиброванные шланги, необходимые для подсоединения к насосам Quad

Так как создавать соединения и/или подсоединять соединители/трубки к системе не требуется, процесс подсоединения шлангов понятен. Все входные и выходные соединения для жидкости клапана/датчика давления имеют резьбу 1/4"-28 (кроме соединений, необходимых для автоматического клапана для образца) и включают следующее:

- Уплотнение из ЭТФЭ (желтое)
- Кольцо из нерж. стали 316.
- Белый/прозрачный соединитель ¼"-28



Рис. 38: Соединители и кольца для шлангов 1/16"

Различают два типа соединителей: один комплект предназначен для шлангов с внешним диаметром 1/8" х внутренним диаметром 1,50 мм (соединители с большим отверстием), а второй комплект предназначен для шлангов с внешним диаметром 1/16" внутренним диаметром х 0,8 мм (соединители с меньшим отверстием). Необходимо использовать подходящие соединители в соответствии с размером шланга.

- А) Шланги с наружным диаметром 1/8" х внутренним диаметром 1,50 мм предназначены для впускного отверстия насоса. Шланги большего диаметра помогают снизить риск кавитации, которая может привести к выходу газов из раствора (из-за вакуума). При работе с вязкими растворами или очень высокими скоростями потока следует использовать хранилище жидкостей под давлением.
- В) Шланги с наружным диаметром 1/16" х внутренним диаметром 0,8 мм предназначены для выходного отверстия насоса, чтобы поток был более



#### Particle Works – руководство по

плавным за счет повышенного сопротивления (хотя можно использовать шланги с внутренним диаметром 1,0 мм в зависимости от целей применения).

Однако процесс сборки этих двух типов шлангов с соединителями и кольцами идентичен. Инструкции описаны ниже:

- Шаг 1 Сдвиньте компактный соединитель на шланге, чтобы резьбовой конец был обращен к концу шланга. Убедитесь, что конец шланга расположен вровень и не содержит загрязнений.
- Шаг 2
   Сдвиньте кольцо из нержавеющей стали 316 на шланг, убедившись, что узкий край обращен к концу шланга (рис. 38) Кольцо необходимо продвинуть частично внутрь соединителя. Оставьте свободный конец шланга за кольцом

   Шаг 3
   ~0,5 см.
- Сдвиньте уплотнение из ПТФЭ на шланге, убедившись, что оно расположено ровно и плоский конец обращен к заостренному концу шланга. Оставьте свободный конец шланга за уплотнением ~0,5 см.

Заверните соединитель в отверстие ¼"-28. Кольцо и уплотнение будут прижаты

Шаг 5 к концу шланга и кольцо сдавлено, закрепляя конструкцию на месте.

Выверните соединитель, чтобы убедиться, что кольцо прижато (рис. 39). Если осталась избыточная длина шланга, обрежьте его острым лезвием так, чтобы не повредить кольцо.



Рис. 39: Шланг 1/16" с соединителем и кольцом в сборе

#### 10.1.10 Заправка системы

При подсоединенных шлангах для жидкостей, подключенных кабелях для подачи питания и передачи данных насосом можно управлять с программы для контроля потока (Flow Control Center (FCC)). Подробный обзор представлен в разделе 10.1.14, однако ниже описано общее руководство по работе с насосом.

При включении начинается инициализация насоса. При этом шприцы

- Шаг 1 переводятся в «исходное положение», от которого отсчитывается расстояние (и, следовательно, объем) при использовании насоса. Насос всегда инициализируется после цикла включения питания, также это должно происходить при замене шприцев.
- Шаг 2 После завершения инициализации насоса (1-2 минуты) все движения осуществляются только по команде пользователя.
- Шаг 3 Вставьте шланг, подсоединенный к входному отверстию насоса, в стакан/ резервуар/бутылку с раствором для перекачивания.
- Шаг 4 Подсоедините выпускной шланг к бутылке для отходов, либо к расположенному далее оборудованию в зависимости от конфигурации системы:
  - В случае с системами меньшего размера с соединением непосредственно с чипом заполнять насос обычно эффективнее путем нескольких циклов аспирации из емкости для подачи и слива в бутылку для отходов, чтобы удалить воздух из системы.
  - Для более крупных систем необходимо заполнить весь путь тока жидкости от насоса к конечному выходному отверстию, чтобы удалить воздух из системы; этого также можно добиться с помощью нескольких циклов прокачки.



#### 10.1.11 Ошибки в связи с избыточным давлением насоса

Максимальное номинальное давление для шприцев, поставляемых с насосом, составляет 10 бар. При работе с насосами устанавливается требуемая скорость потока, и насос приводит в действие внутренние двигатели для ее достижения. Давление в системе будет расти с повышением скорости потока (в зависимости от используемых жидкостей, чипов и установленных скоростей потока).

Если установленная скорость потока слишком высока по отношению к экспериментальной конфигурации или в системе присутствуют загрязнения, ограничивающие ток жидкости и приводящие к повышению давления, давление будет повышаться до максимального предела 10 бар. На этом этапе насос выдает ошибку из-за избыточного давления.

В таком случае пользователь может попробовать устранить ошибку и снова запустить систему. Если ошибка сохраняется, может потребоваться изменить параметры эксперимента или дополнительно исследовать путь тока жидкости в системе, чтобы установить источник повышенного давления.

Кроме этого, при остановке и запуске насосов давление кратковременно повышается и падает (гистерезис), что следует учитывать при подсоединении или отсоединении после отправки команды запуска/остановки насоса. Этот гистерезис обычно составляет менее 10 секунд.

#### 10.1.12 Очистка насоса/шприцев

После каждого эксперимента важно хорошо очистить систему, удалив любые экспериментальные жидкости и подготовив ее к последующей эксплуатации.

В частности, очень важно убедиться в удалении любых остаточных жидкостей с клапанов, шприцев, датчиков давления после завершения эксперимента и, разумеется, если систему не предполагается использовать на протяжении некоторого времени.

Отсутствие обслуживания шприцев может привести к ускоренному износу шприцев и привести к попаданию загрязнений в жидкость системы. Частицы значительного размера/ объема могут привести к повышению давления в системе и/или ошибкам в результате избыточного давления.

Так как компоненты подсоединены последовательно, их можно промывать тандемом.

- Шаг 1 Отсоедините шланги для подачи экспериментальных жидкостей от впускных отверстий насоса. Отсоедините шланги от бутылки для подачи жидкости и подсоедините к отдельной бутылке, либо отсоедините шланги от клапана и подсоедините шланги от бутылки для очистки.
- Шаг 2
   Замените экспериментальные жидкости подходящим растворителем (ИПС, ацетон или другой подходящий буфер) и пропустите через насос, выбрав функции "Fill" и "Inject" и запустив 2-3 цикла. Альтернативно, используйте функцию "Pump" для непрерывного прокачивания короткое время, чтобы промыть систему.

   Шаг 3
- После пропускания растворителя по всему пути удалите емкость с растворителем и продолжайте прокачивание до полного удаления на просторителем и системы.
- Шаг 4 растворителя из системы.

Остановите насосы, когда в шлангах не останется жидкости.

#### 10.1.13 Удаление/замена шприцев

Иногда требуется удалить шприцы, например, при их повреждении/забивании. Обычно это производится для очистки шприцев или замены на новый комплект.

- Шаг 1 Убедитесь, что жидкости удалены из насоса, как обсуждается в разделе «Очистка насоса».
- Шаг 2 Инициализируйте каждый канал насоса Quad. Это фиксирует положение шприцев на насосе, из которого их можно подсоединить/ отсоединить.



- Шаг 3 Удалите рифленые винты, закрепляющие шприцы на приводе.
- Шаг 4 Потяните и снимите весь узел (клапан, датчик давления и шприцы) с насоса.
- Шат 5 При отсоединенном от насоса узле удалите поршень, промойте уплотнение поршня и цилиндр шприца чистым профильтрованным растворителем. Вручную высушите сжатым воздухом или дождитесь высыхания.
- Шаг 6 Снова соберите компоненты, чтобы насос был готов к следующему эксперименту при подсоединении убедитесь, что поверхность поршня шприца и кончик цилиндра из ПТФЭ не содержат загрязнений (пыли, частиц, волокон).

#### 10.1.14 Работа с насосом Quad с помощью FCC

Когда конфигурация насоса Quad настроена и шланги для жидкостей подсоединены, для управления насосом потребуется программное обеспечение для управления скоростью потока (Flow Control Centre (FCC)).

FCC — это программа, использующаяся для управления оборудованием Particle Works. Самую последнюю версию FCC можно найти на USB-носителе, входящем в комплект, или в системном компьютере.

Автоматическая система для получения наночастиц может работать в режиме протокола или режиме непрерывного производства. Эти методы описаны далее в разделе14.1.4, где подробно описан каждый способ управления.

После установки насос Quad необходимо подсоединить и включить питание, чтобы программа смогла его обнаружить.

- Шаг 1 Установите насос Quad в требуемой конфигурации с клапанами, датчиками давления, шприцами и шлангами.
- Шаг 2 Подсоедините кабель для передачи данных USB-RS232 и кабель питания к насосу Quad.
- Шаг 3 Включите питание насоса Quad.
- Шаг 4 Откройте программу FCC.
- Шаг 5 Внизу слева есть вкладка под названием "Devices" (устройства) (рис. 40) при нажатии на эту вкладку открывается окно «устройства», в котором видно все обнаруженное оборудование.



Рис. 40: Меню «устройства» в FCC

# Шаг 6 Когда меню «устройства» открыто, насос Quad появится в программе автоматически с указанием каждого канала (канал 1А и канал 1В) отдельно (рис. 41).

Add comment to log	- 🚣	🖽 🚍 Snap to Grid					
Label Quad Pump 1A Type Quad	Pump S/N 1-1 Version 1.0 Syringe	type Notiet					
	Syringes not set	Current Prossure Current Pressure C				Autoscrolling	2 X Zoom 0
Quad Pump 1A		1 0.05					0
Syringe type: Not Set	Initialize     O polition = [1] Fill	w krate (bil)					
Pressure Limit: Default -	0 µólman — 🛔 Empty I 1 ml — Mi Dispense	-0.1 -0.1					
2010 PR4	0 utimin - 🚮 Pump	-0.15					
	00:05:00 - O Timed Pump	-0.2 -00:00:50 00:00:50	00:02:30	00:04:10 Turne	00:05:50	00:07:30	00.09
Label Quad Pump 18 Type Quad	00:05:30 - STimed Pump	02 -00:00:50 00:00:50 type NotSet	80:02:30	00:04:10 Time	0000.50	00:07:30	00.09
Laber Ques Pump 16 Type Ques	000500 - O Torred Aunp Strand S/N 122 Version 10 Springe Syringes not set Stop Pressure 0.3 bor	Current Pressure      Current Pressure      Current Pressure      D1     D1     D2     D1     D2     D2	0002.30	00.04.10 Title	0005:50	0007-38 Autororeling	otors
Label Quark Jump 15 Type Quark	000500 - S Timed Pump IPump SN 12 Version 10 Seringe Syringes not set Sop Pressure 0.3 ker	02/2000         000000           Spec         00000           02         02000           02         02000           03         02           03         02           03         02           03         03           03         03	000238	0004-10 Time	0005:50	0007.38 Autocorolling	X Zoom
Lister Quer Parry To Type Quer Court Parry 18 Court Parry 18 Springe Type Not Set	000550 - O Trend Pump.	Control         Control           02         Control for the SC           02         Control for the SC           03         Control for the SC	0002.38	0004-10 line	000530	0007-38 Autoscrating	CO.OS
Lifer Quel Leng 12 type Que Quel Leng 18 (1) Senge type Not Set • Pressee Lint: Default •	OSSO - O Terret Auro     SN 12 Venor 10 Senore     Syringes not set     Sop     Preser     O gene - (3) Fail     O gene - (3) F	Status         Course for Nate X           Status         Status	002.30	000410 Inne	0005.50	00.07.80	00.01

Рис. 41: Управление насосами Quad с помощью FCC

- Шаг 7 Если клапаны сняты (например, для замены шприцев), состояние насоса будет отображаться как "Not Initialized". Для восстановления работоспособности нажмите кнопку инициализации "Initialize".
- Шаг 8 После инициализации насоса необходимо установить размер шприца для каждого из каналов. Выберите пиктограмму + вверху слева окна канала насоса, появится дополнительное меню.

Label Quad Pump 1A Type Quad	
Quad Pump 1A	
Syringe type:	
Not Set	Syringe type:
Pressure Limit:	Not Set 🗸
Default	Not Set
	Red (2.5 ml/ 5 ml)
20.0 bar	Blue (500 µl/ 1000 µl)
	Green (250 µl/ 500 µl)
	Yellow (50 µl/ 100 µl)

Рис. 42: Установка размера шприца для насоса Quad в FCC



#### 10.1.15 Функции насосов Quad в FCC

В FCC предусмотрен ряд функций для управления насосами Quad. Каждая функция выполняет определенную задачу (рис. 43). Эти функции следует изучить и попробовать, чтобы подобрать наилучшие условия эксперимента.

	Label Quad Pump 1A Type Quad Pump S/N 1-1 Version 1.0 Syringe t	Сорос показания давления
Обновление встроенной программы	Idle Stop	Остановка насоса
Ввод названия		
насоса	Quad Pump 1A	
Установка типа	Syringe type:	
шприца	Red (2.5 ml/ 5 ml) 10 ml/min - 1 Fill	
Установка предела	Pressure Limit: 10 ml/min i Empty	
давления	1 ml = 100 Dispense	
	10.0 bar	
	10 ml/min – 🔃 Pump	
	00:05:00 - 💍 Timed Pump	

Рис. 43. Функции насосов Quad в FCC

Ниже описаны термины и подробности действий при выборе каждого варианта.

#### - Сброс датчиков давления (Tare Pressure Sensors): эта функция

позволяет обнулить показание датчика давления насоса Quad — при этом необходимо удалить/ослабить соединители во избежание остаточного давления, которое будет мешать обнулению.

#### - Установка названия насоса (Set Pump Name) позволяет

пользователю установить конкретное название для канала насоса - <u>Установка типа шприца (Set Syringe Type)</u>: позволяет выбрать шприцы для

использования с этим каналом.

- <u>Установка предела давления (Set Pressure Limit)</u> позволяет устанавливать определенный предел давления для данного канала или использовать значение по умолчанию (20 бар для всех шприцев, кроме красных, у которых предел давления 10 бар).
- Остановка насосов (Stop Pumps): эта функция останавливает насосы во время любого действия.
- Инициализация (Initialise): запускает инициализацию насосов.
- Заполнение (Fill): заполняет шприцы.
- Опорожнение (Empty): опорожняет шприцы.
- <u>Дозирование (Dispense)</u>: устанавливает подачу определенного объема насосом и остановку.
- <u>Hacoc (Pump)</u>: независимо устанавливает желаемую скорость подачи насоса.
- <u>Таймер (Timed)</u>: устанавливает желаемую скорость потока на определенное время.
- <u>Изменение единиц (Change Units)</u>: нажмите на единицы скорости потока для изменения с мл/мин на мкл/мин и наоборот.



#### 10.1.16 Регистрация данных

При использовании программы FCC для работы с насосом данные отображаются на экране в реальном времени. В частности, строится график текущей скорости потока и текущего давления (рис. 44). По мере продолжения регистрации данных и отображения текущих значений в верхнем правом углу появляется пиктограмма автоматической прокрутки. При просмотре графика пользователем автоматическая прокрутка останавливается и вместо нее появится пиктограмма со стрелкой. Если щелкнуть по ней, режим автоматической прокрутки вернется.



Рис. 44. Регистрация данных в FCC

Данные также регистрируются и сохраняются в журнале в FCC. Файлы журналов сохраняются в каталоге (определяемом пользователем), установленном в FCC или на локальном компьютере. Щелчок по вкладке "Logs" внизу слева отображает эту информацию (рис. 45).

Данные сохраняются в формате .CSV, что позволяет пользователям извлекать ключевую важную информацию и создавать графики для любых отчетов/документации.

При работе программы всегда есть функция создания примечаний "Record a Note". Это создает метку времени в файле журнала, чтобы можно было легко найти указанную информацию (например, примечание, записанное в 14:40 – «изменение концентрации образца»).

Logs	e	Add commer	t to log			*								
Data Log		Data interval	every point (app	tox. every second)	· 🛷 🖂	\Users\Rory.Pa	rsons\Particle Works	\Particle Works F	low Control Center	6\Logs\Data ∏	R	Sort Order	Ι.	
Event Log		Time (yyyy-l	MM-dd HHtmmcss	Quad Pump 1A current flow rate (ul/min)	Quad Pump 1A current pressure (bar)	Quad Pump 1A current state	Quad Pump 1A target empty rate (ul/min)	Quad Pump 1A target fill rate (ul/min)	Quad Pump 1A target pump rate (µl/min)	Quad Pump 18 current flow rate (µl/min)	Quad Pump 18 current pressure (bar)	Quad Pump 18 current state	Quad Pump 18 target empty rate (ul/min)	Quad Pump 18 target fill rate (ul/min)
0		2022-06-30	22:43:01	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
C o support con		2022-06-30	22:43:00	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:59	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:58	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:57	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-05-30	22:42:56	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:55	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:54	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:53	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:52	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:51	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:50	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:49	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:48	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:47	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:46	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idie	10000	10000
		2022-06-30	22:42:45	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:44	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:42	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:41	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
001		2022-06-30	22:42:40	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
Devices		2022-06-30	22:42:39	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	idle	10000	10000
		2022-06-30	22:42:38	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
Protocols		2022-06-30	22:42:37	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
-		2022-06-30	22:42:36	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
Logs		2022-06-30	22:42:34	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
0 11-12		2022-06-30	22:42:33	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Idle	10000	10000
Невр		2022-06-30	22:42:32	0	0.3	Idle	10000	10000	10000	0	0.3	Initializing	10000	10000
		2022-06-30	22:42:31	0	0.3	Initializing	10000	10000	10000	0	0.3	Initializing	10000	10000

Рис. 45: Запись из журнала данных в FCC



## 11 Автоматический клапан для образцов

Автоматический клапан для образцов позволяет впрыскивать жидкие образцы (размер петли 1, 5 и 10 мл) в микрожидкостную систему. Образцы можно загрузить в модуль и автоматически впрыснуть в жидкостную систему для проведения отдельных реакций. С помощью экспериментальных процессов можно контролировать несколько библиотек жидкостей.

Автоматический клапан для образца состоит из двух химически стойких (6 порт, 2 позиция) клапанов впрыска, каждый со своей собственной заменяемой петлей для образцов.

Каждый клапан можно переключать между положениями F (наполнение) и I (впрыск) независимо или одновременно через компьютер с помощью программы FCC.



Рис. 47: Автоматический клапан для образцов — вид сзади



#### 11.1.1 Удаление транспортных болтов

Автоматический клапан для образцов поставляется с установленными транспортными болтами. Эти болты закрепляют клапаны и петли для образцов на основании модуля во избежание повреждений и для выравнивания по отношению к прибору.

Эти болты расположены на нижней стороне прибора (рис. 48) и их необходимо снять перед переходом к настройке конфигурации модуля. 2 болта можно удалить вручную, выворачивая против часовой стрелки. Если прибор планируется перемещать, оставьте их на месте.



Рис. 48: Транспортные болты автоматического клапана для образцов

#### 11.1.2 Питание автоматического клапана для образцов и передача данных

В задней части автоматического клапана для образцов находятся разъемы для кабелей питания и передачи данных, чтобы сделать возможным автоматическое управление через FCC.

Автоматический клапан Particle Works имеет два основных выключателя питания. Это выключатель питания, расположенный в задней части прибора (рядом с 3-контактным гнездом для провода питания) и выключатель со светодиодом в передней части насоса. Для питания автоматического клапана для образцов оба должны быть включены.

Подсоедините входящий в комплект кабель питания к розетке (рис. 47) и к 3-контактному разъему в задней части автоматического клапана для образцов. Белым соединительным кабелем соедините насос Quad с компьютером (RS232 к порту DB9 и USB к компьютеру).



#### 11.1.3 Конфигурация петель для образцов и клапана

Автоматический клапан для образца можно снабдить двумя независимыми петлями для образца для загрузки и впрыскивания образцов в систему. Петли сопрягаются через автоматический клапан для образцов и сеть шлангов для жидкостей.

Клапаны включают шесть резьбовых отверстий 10-32, позволяющих загружать петлю для образцов независимо от пути тока жидкости в системе.

На диаграмме на рис. 49 показана конфигурация обоих клапанов, а также общая схема соединений клапанов (эта схема также напечатана на лотке клапана и доступна при использовании модуля).

Клапан имеет конфигурацию «последним поступил – первым вышел» — «последняя» порция образца, загруженная в петли, вводится в систему «первой». Цель заключается в уменьшении диффузии образца и обеспечении точного контроля объема образцов.

- В положении "Fill":
  - Шприц можно использовать для заполнения петли через люэровский соединитель, присоединенный к отверстию для заполнения (заполнение — к петле)
  - Избыток реактива из петли для образца выходит через отверстие для отходов (из петли — в отходы)
  - Жидкость, откачивающаяся из системы (насосом), поступает в клапан и немедленно покидает его в обход петли для образца (из насоса — в реактор)
- В положении "Inject":
  - Шприц непосредственно соединен с отверстием для отходов (заполнение в отходы)
  - Жидкость, откачивающаяся из системы (насосом), поступает в клапан и поступает в петлю для образца (из насоса — к петле)
  - Давление в системе проталкивает образец далее со скоростью, которая определяется скоростью потока в системе (от петли к реактору)



Рис. 49: Конфигурация автоматического клапана для образцов



#### 11.1.4 Вставка и подключение петель для образца

Для загрузки и настройки конфигурации клапана для образца необходимо выполнить следующие действия.

- Шаг 1 Найдите петлю для образца нужного объема (1, 5 или 10 мл).
- Шаг 2 Опустите крышку автоматического клапана для образца для доступа к поддону клапана.
- Шаг 3 Удерживая поддон клапана в нужном положении с помощью ручки, вставьте петлю для образца под клапан, чтобы наклейка с объемом петли была обращена вперед. Петля защелкнется, когда будет в правильном положении.



Рис. 50: Установка петли для образцов в автоматический клапан для образцов

Шаг 4 Люэровский соединитель (расположен в отверстии "Fill") будет уже подсоединен к клапану. Его приблизительный «мертвый объем» составляет 70 мкл. Процесс внесения образцов далее обсуждается в разделе 11.1.7.



Рис. 51: Люэровский переходник

Шаг 5 Отверстия клапанов смещены под углом (чтобы они не мешали затягиванию соединений), и с ними используется соединитель 10/32 с коническим наконечником (рис. 52). При их подсоединении убедитесь, что соединения надежно закреплены на клапане.



Рис. 52: Собранный соединитель 10/32 с коническим наконечником и шлангом с наружным диаметром 1/16" х внутр. диаметром 0,8 мм

Шаг 6 Подсоедините шланг петли для образца к клапану. Левый шланг нужно вставить в отверстие «к петле», а правый — в отверстие «от петли» обоих клапанов (рис. 53).

Отверстие к петле

## Particle Works – руководство по эксплуатации



Отверстие от петли

Рис. 53: Подсоединение соединителя «к петле» и «от петли» от петли для образца к клапану для образцов

- Шаг 7 К оставшимся отверстиям на автоматических клапанах для образцов следует подсоединять шланги из набора калиброванных шлангов. Этот набор содержит калиброванные шланги (на основании волюметрии) с подходящими соединителями и наконечниками, готовые к подсоединению к нужным местам (на шлангах также есть маркировка).
- Шаг 8 В табл. 3 показаны подходящие шланги, необходимые для подсоединения к автоматическим клапанам для образца. Найдите эти шланги в соответствующих пакетах из комплекта калиброванных шлангов.

Метка на пакете	Обозначение	Количество
4.A	От клапана для образца к Т-образному соединителю, от Т-образного соединителя к входному отверстию чипа 1 (2)	1
4.A	От Т-образного соединителя к входному отверстию чипа 1	2
4.B	От клапана для образца 2 к входному отверстию чипа 1	1
2	От клапана для образца к емкости для отходов	2

Таблица 3: Комплект калиброванных шлангов

Шаг 9 Подсоедините калиброванные шланги к соответствующим компонентам системы (согласно диаграмме на рис. 54:

#### Автоматический клапан для образца 1

- а. (А) От клапана для образца 1 к Т-образному соединителю; (А) от Т-образного соединителя к входному отверстию чипа 1 (х2)
- b. (2) От клапана для образца 1 к емкости для отходов

#### Автоматический клапан для образца 2

- а. (В) От клапана для образца 2 к входному отверстию чипа 1
- b. (2) От клапана для образца 1 к емкости для отходов





Отходы

Рис. 54: Схема подсоединения калиброванных шлангов к автоматическим клапанам для образиов

- Шаг 10 Выпускные концы шлангов, идущих от клапана для образца, нужно подсоединить к бутылке для отходов с автоматическим сборником (подробно описано в разделе 12).
- Шаг 11 Затяните каждый соединитель в соответствующем компоненте и подсоедините все шланги к клапанам для образцов 1 и 2. На рис. 55 показан автоматический клапан для образца со всеми необходимыми шлангами, подсоединенными к клапанам 1 и 2.



Рис. 55: Автоматический клапан со всеми подсоединенными шлангами

Шаг 12 Выпускные отверстия для шлангов, маркированные "To Chip 1 Inlet" (к входному отверстию чипа 1), необходимо соединить с линейным соединителем для подсоединения шланга к реакционному чипу. Это подробно обсуждается в разделе 13.



Шаг 13 При подсоединенных шлангах штатив для образцов можно вставить в автоматический клапан для образцов. С каждой стороны устройства есть маленькие фиксаторы для шлангов, позволяющие закрепить их и задвинуть поддон автоматического клапана для образца в модуль. В свою очередь, это позволяет поднять переднюю крышку, эффективно и аккуратно закрепив устройство (рис. 56).



Рис. 56: Фиксаторы шлангов автоматического клапана для образцов

#### 11.1.5 Замена петель для образцов

В зависимости от требуемого для эксперимента объема может потребоваться петля меньшего размера. Петли для образцов легко заменить в соответствии с разными требованиями экспериментов. Доступные объемы петель показаны в табл. 4.

Объем	Номер по каталогу
1 мл	7206036
5 мл	7206037
10 мл	7206030

Таблица 4: Объемы автоматической петли для образцов

Для каждого из клапанов на автоматическом клапане для образца можно использовать петли двух размеров одновременно (например, 1 мл для левого клапана и 5 мл для правого).

При замене петель для образца рекомендуется промыть вновь установленные петли перед запуском эксперимента, чтобы гарантировать отсутствие воздуха на пути тока жидкости.

- Шаг 1 Выдвиньте поддон клапана из корпуса модуля.
- Шаг 2 Отсоедините соединители от отверстий «от петли» и «к петле».
- Шаг 3 Потяните за корпус петли для образца и снимите ее с основания модуля; уберите петлю в чистый стерильный пакет для хранения.
- Шаг 4 Вставьте желаемую петлю для образца в корпус автоматического клапана для образцов до щелчка.
- Шаг 5 Снова подсоедините шланги для жидкостей, как описано в разделе 11.1.3.
- Шаг 6 Загрузите петлю для образца согласно инструкциям в разделе 11.1.7.



#### 11.1.6 Работа с автоматическим клапаном для образцов с помощью FCC

При настроенном автоматическом клапане для образцов клапан может работать независимо (в ручном/непрерывном режиме), либо с помощью автоматического протокола.

- **Шаг 1** Убедитесь, что клапаны и соединения шлангов петли для образцов установлены правильно согласно схеме на устройстве.
- Шаг 2 Установите объемы петель, подсоединенных к АКО, в FCC, введя объем, указанный на петле. В случае физической замены петли для образца необходимо обновить объем в FCC, чтобы гарантировать правильное вычисление объема образца, оставшегося в системе, программным обеспечением FCC.
- Шаг 3 Установите положение клапанов "Fill" (наполнение) в FCC (рис. 57). По умолчанию клапаны 1 и 2 находятся в положении "Fill" при включении.



Рис. 57: Управление автоматическим клапаном для образца с помощью FCC

#### 11.1.7 Правильное заполнение петель для образцов

Каждый клапан АКО имеет удлиненный люэровский разъем для подсоединения люэровского наконечника/ присоединительного конуса. В каждый шприц можно набрать требуемый объем реактива и ввести вручную в петлю для образца.

При заполнении петли жидким образцом убедитесь, что из шлангов удален весь воздух. При загрузке обязательно учитывайте мертвый объем люэровского разъема (70 мкл).

Рекомендуются шприцы с люэровским наконечником (в противоположность присоединительному конусу) для обеспечения герметичности. Кроме того, рекомендуется оставить шприцы подсоединенными к клапанам во избежание утечки образца во время эксперимента.

Шаг 1 Подсоедините люэровские шприцы к петле для образцов, повернув шприц до надежного закрепления или вставив шприц в отверстие соединителя.
 Шаг 2 Медленно нажмите на поршень шприца для переноса образца в петлю. Не нажимайте на поршень слишком резко, чтобы при заполнении не образовались пузырьки воздуха и для снижения рассеивания образца в петле.
 Шаг 3 Настройте оставшееся оборудование в системе, в частности, насос системы и расположенный ниже чип/аппарат.



Шаг 4 Установите скорость подачи насоса и убедитесь, что шланги от насоса к расположенному ниже оборудованию полностью заполнены, удалив весь воздух из шланга.



Рис. 58: Автоматический клапан для образцов с подсоединенными шприцами

- Шаг 5 Когда установлены скорости потока и можно переходить к эксперименту, установите автоматический клапан(ы) для образца в положение впрыска "Inject".
- Шаг 6 При использовании АКО в ручном режиме время, необходимое для поступления образца в систему. будет зависеть от скорости потока (например, при 1 мл/мин для полного введения 1 мл образца потребуется 1 минута).
- Шаг 7

Illar 8

После опорожнения петли ее можно заполнить снова, установив клапан в положение "Fill", промыв петлю для образца, слив жидкость в отходы и снова заполнив образцом.

При запуске АКО с помощью протокола в FCC оператор системы будет получать запросы в соответствии с протоколом, включая объем образца для загрузки и время загрузки.

#### 11.1.8 Очистка автоматического клапана для образцов

Когда эксперимент завершен и/или петля для образца больше не требуется, петлю следует промыть во избежание накопления остатков или загрязнений. Очистка может быть ручной или по автоматическому протоколу (подробнее обсуждается в разделе 14.1.2.

Рекомендуется регулярно промывать петли для образцов, чтобы гарантировать правильную работу системы. Нарушение целостности петли может привести к избыточному давлению при срабатывании клапана для образца, если препятствие ограничивает ток жидкости в петлю.

- Шаг 1 Залейте в насос системы чистый растворитель/ деионизированную воду/ другой альтернативный чистящий реактив.
- Шаг 2 Установите скорость потока и пропустите жидкость через автоматический клапан для образца в положении "Fill"
- Шаг 3 Вручную промойте люэровский соединитель автоматического клапана для образца в положении "Fill", пока жидкость не начнет вытекать



через отверстие для слива в отходы.

- Шаг 4 Переключите клапан в положение "Inject" и прокачивайте жидкость через петлю для образца.
- **Щаг 5** Повторите для всех использующихся петель для образцов и клапанов.
- Шаг 6 При положении клапана "Inject" промойте путь между отверстиями "Fill" и "Waste" из шприца с 5 мл чистой жидкости, пока 5 мл не вытекут в шланг для слива в отходы.
- Шаг 7 Повторите шаг 6, взяв чистый сухой шприц для удаления любой остаточной жидкости.
- Шаг 8 Регулярно опорожняйте бутылку для отходов во избежание перелива.

#### 11.1.9 Замена петли для образцов

При повседневной эксплуатации петли следует регулярно очищать и промывать, чтобы ограничить риск накопления остатков и забивания. Однако бывают случаи, когда петли для образцов приходится заменять.

В случае закупорки или загрязнений в системе загрязненная/забитая петля для образцов приведет к снижению производительности системы и/или невозможности ее использования, если ввод образцов в систему станет невозможным из-за ограничений давления.

Если петля для образцов закупорена, в момент перевода клапана в положение "Inject" давление может повыситься до максимального предела 10 бар, что приведет к остановке системы.

Если это происходит, попробуйте очистить клапан/петлю, как описано в разделе 11.1.5. Если очистка не устранила проблему и подтверждено, что источник ошибки находится в петле для образцов, следует заменить петлю.



## 12 Автоматический сборник

Автоматический сборник Gilson FC203b позволяет собирать один или множество образцов полностью автоматически. Избыток растворителя можно автоматически сливать в контейнер для отходов в избежание загрязнения выпускных каналов. Автоматический сборник, позволяющий использовать штативы разного объема и размера, дает возможность собирать разные соответствия с экспериментальным процессом.

Подробные инструкции по применению этого устройства описаны в отдельном руководстве, входящем в комплект.

3-ходовой клапан автоматически переключается со слива в отходы на сбор по мере того, как продукт поступает в автоматический сборник, позволяя собирать образцы, в том числе малые объемы, без участия оператора.

Автоматический сборник, управляемый программным обеспечением FCC, образует полную систему в сочетании с другим оборудованием Particle Works.



Рис. 59: Автоматический сборник, вид спереди





Рис. 60: Автоматический сборник, вид сзади



Рис. 61: Клапан автоматического сборника в сборе



#### 12.1.1 Питание автоматического сборника и передача данных

Автоматический сборник имеет два разъема в задней части: один для питания и другой для кабеля обмена данными с ПК. Автоматический сборник поставляется с уникальным кабелем для последовательной передачи данных, который представляет собой черный эквивалент белых кабелей для последовательной передачи данных, использующихся для насоса Quad и автоматического клапана для образцов.

Порт передачи данных (RS232)



контактами

Рис. 62: Разъем для передачи данных и гнездо провода питания автоматического сборника

- Шаг 1 Вставьте входящий в комплект провод питания в 3-контактный разъем на задней стенке прибора. Рядом с ним находится выключатель питания, при включении которого загорается желтый светодиод на передней панели прибора, указывая, что включено питание.
- Для подключения к компьютеру с целью управления с помощью программы Шаг 2 FCC подключите входящий в комплект черный кабель RS232–USB к разъему для последовательной передачи данных на задней стенке автоматического сборника и к USB-порту компьютера. Подробности об управлении с помощью программы см. в разделе 12.1.5.
- чтобы прибора Примечание: рекомендуется, питание оставалось Шаг 3 выключенным во время сборки оставшихся частей, так как потребуется подсоединять дополнительные компоненты к сборнику.

#### 12.1.2 Подсоединение 3-ходового клапана

3-ходовой клапан, расположенный на консоли Х-Ү, ответственен за распределение и доставку жидкостей во флакон-сборник или контейнер для отходов. Консоль Х-Ү располагает клапан в месте расположения нужного флакона (задается пользователем) для сбора отдельных образцов и защиты от контаминации между образцами за счет сброса избытка раствора в отходы.

- 3-Ходовой клапан состоит из следующих компонентов:
- 4-Впускное отверстие для жидкости ¼"-28 резьба для шлангов наруж.диам. 1/16" х внутр.диам. 0,8 мм.
- 5-Отверстие для отходов ¼"-28 резьба для шлангов наруж.диам. 1/16" х внутр.диам. 0,8 MM.
- 6-Отверстие для сбора 1/4"-28 резьба для иглы

Автоматический сборник поставляется с набором шлангов, содержащим все требуемые соединители для входных и выходных соединений.

Примечание: при отправке автоматического сборника 3-ходовой клапан не подсоединен к прибору, следовательно, требуется сборка на месте.



Шаг 1 Извлеките 3-ходовой клапан из упаковки, поставленной с автоматическим сборником. Клапан соединяется с консолью ХҮ резьбовым соединением, как показано на рис. 63.

3-ходовой клапан



Входное отверстие от чипа/ реактора

Рифленый винт 3ходового клапана

Соединение отверстия 3ходового клапана

Фиксирующий штифт

Рис. 63: 3-ходовой клапан автоматического сборника в сборе

Шаг 2 З-ходовой клапан можно закрепить в скобе, затянув гайку З-ходового клапана из нержавеющей стали в резьбовом отверстии скобы консоли Х-Ү. Фиксирующий штифт на скобе облегчает выравнивание З-ходового клапана; гайку следует затягивать вручную до упора (рис. 64). Не используйте инструменты для затягивания этой гайки.



Рис. 64: Автоматический сборник, закрепленный на консоли ХҮ

#### Шаг 3 Когда клапан закреплен и кабель для передачи данных подключен, консоль ХҮ должна иметь конфигурацию, показанную на рис. 65.



Соединитель Molex

Рис. 65: 2-Штыревой соединитель, соединяющий 3-ходовой клапан со сборником

## 12.1.3 Настройка оставшегося оборудования, использующегося с автоматическим сборником

После установки 3-ходового клапана можно установить оставшиеся компоненты, необходимые для использования автоматического сборника. После установки компоненты можно оставить подсоединенными к сборнику, за исключением штатива для образцов, который можно заменять в зависимости от требуемых объемов сбора.



Рис. 66: Автоматический сборник с подсоединенными периферическими компонентами



Шаг 1 Найдите части, перечисленные ниже, в упаковке автоматического сборника, руководствуясь рисунком 66.

- і. Держатель штатива
- іі. Поддон для стока жидкости
- ііі. Штатив
- iv. Шланг для слива
- Шаг 2 Вставьте лоток для стока в основание автоматического сборника. Это полезная функция для сбора любых возможных разлившихся жидкостей. Поддон для стока также служит в качестве направляющего инструмента при вставке больших штативов (например, штатива 24, входящего в комплект), что позволяет пользователю.

(например, штатива 24, входящего в комплект), что позволяет пользователю закрепить штатив в нужном положении.

#### Найдите держатель штатива — опоры держателя штатива должны загибаться кверху. Подсоедините этот держатель штатива к сборнику с помощью крепления держателя штатива. При использовании штатива кода 0 затяните винты держателя штатива в самых внешних отверстиях крепления держателя штатива, как показано на рис. 67). Повторите с обеих сторон. Примечание: держатель штатива требуется не для всех типов штативов.

Крепление держателя штатива



Держатель штатива

Рис. 67: Закрепление держателя штатива на креплении для держателя штатива

- Шаг 4
   При установленном держателе штатива можно установить штатив для образцов код 0. Найдите штатив код 0 и поставьте его на держатель штатива. Квадратный выступ на одной из наружных сторон штатива для образцов препятствует неправильной установке.

   Шаг 5
- Каждый штатив также имеет числовую маркировку спереди, обозначающую его размер. В случае со штативом с кодом 0 на его передней стороне, обращенной к пользователю, находится штамп "0" (рис. 66)
- Шаг 6 При установке штатива с кодом 0 потребуется программирование сборника, чтобы гарантировать правильные положения флаконов. Этот процесс следует выполнять прежде чем открывать FCC (если нужно, закройте FCC) и потребуется повторить при физической смене штатива.
- Шаг 7 Нажмите кнопку "Rack" на передней панели прибора.
- Шаг 8 Введите код используемого штатива.
- Шаг 9 Нажмите ОК, код штатива установлен.



- Шаг 10 Шланг для слива отходов сборника продукта необходимо подсоединить к сливному отверстию, чтобы отводить жидкие отходы от сборника. Найдите входящую в комплект сливную трубку (крупное отверстие, прозрачный полипропилен). Вставьте этот шланг в отверстие для сливной трубки (рис. 66).
- Шаг 11 Подведите выпускной конец шланга для слива отходов к бутылке для отходов, входящей в комплект, и вставьте его во вставной соединитель бутылки.

#### 12.1.4 Подсоединение шлангов к автоматическому сборнику

При собранном сборнике можно подсоединить жидкостную сеть от системы. Хотя можно использовать сочетание чипов/реакторов, система всегда заканчивается соединением от конечного линейного сборника к сборнику.

В Табл. 5 показаны шланги из комплекта калиброванных шлангов, необходимые для подсоединения к автоматическому сборнику

Метка на пакете	Обозначение	Количество
4.E	От выходного отверстия чипа 2 к автоматическому сборнику	1
2	От автоматического сборника к отходам	1

Таблица 5: Калиброванные шланги, требуемые для автоматического сборника

Шаг 1 Найдите шланги, перечисленные в табл. 5. Подсоедините шланги, как показано на рис. 68.

#### Автоматический сборник

- а. (4.Е) От связующего элемента 2 до клапана сборника (положение 90°)
- b. (2) От автоматического сборника к отходам (положение 0°):



Рис. 68: Соединения калиброванных шлангов с автоматическим сборником



Шланг для слива в отходы

## Particle Works – руководство по эксплуатации

- Шаг 2 При подсоединении шлангов убедитесь, что они висят достаточно свободно с учетом движений консоли X-Y во время работы.
- Шаг 3 3-ходовой клапан содержит иглу для сбора, которая подсоединена стандартно для направления жидкости во флаконы для сбора.

На рис. 69 показан 3-ходовой клапан с калиброванными шлангами, Шаг 4 подключенный к соответствующим отверстиям.



Шланг от системы (связующий элемент 2)

Рис. 69: 3-ходовой клапан автоматического сборника с подсоединенными соединителями

#### 12.1.5 Настройка конфигурации автоматического сборника продукта в FCC

При установленном подходящем штативе сборник можно подключить к FCC для работы. Вставьте один конец черного кабеля в порт последовательный передачи данных автоматического сборника и другой конец в USB-порт компьютера. Перед включением питания сборника убедитесь, что флаконы загружены в штатив и что ход консоли X-Y не заблокирован.

- Шаг 1 Откройте программу FCC.
- Шаг 2 Перейдите на вкладку «устройства» (Devices) для доступа к автоматическому сборнику.
- Шаг 3 Расположение флакона можно настроить, введя значение в позицию флакона (зависит от штатива) и нажав кнопку Enter. Консоль X-Y переместится в нужное положение, рис. 70.
- Шаг 4 Состояние клапана также можно изменить, переключив со сбора на слив нажатием соответствующей кнопки.
- Шаг 5 Для возврата автоматического сборника в исходное положение можно использовать состояние флакона "0".



Флакон для	Label Automated Collector 1 Devi					
дозирования		Idle				
		larget state	•	at sat		
		Vidi.		iot set		Contoguido
	Automated Collector 1	Current state	) Collect (	Drain		клапана
		Viel.	0			Текущее
		valve:	Drain			состояние



#### 12.1.6 Использование автоматического сборника продукта в FCC

Автоматический сборник можно использовать одним из двух основных способов. Подробный обзор сборника в режиме протокола обсуждается в разделе 14.1.5.

При ручной работе со сборником необходимо понимать, какие скорости потока используются в системе, чтобы вычислить, когда необходимо запустить сбор и где должны находиться флаконы для сбора образца.

- Шаг 1 Настройте систему с подсоединенными шлангами для жидкостей.
- Шаг 2 Убедитесь, что 3-ходовой клапан подсоединен вместе с необходимыми шлангами, а также подсоединен контейнер для отходов.
- Шаг 3 При заправке системы убедитесь, что клапан установлен в положение "Drain" и растворы направляются в отверстие для слива отходов вместо флаконов для сбора.
- Шаг 4 Когда система заполнена и экспериментальные жидкости поступают в систему, начните сбор, установив клапаны в положение "Collect", при этом жидкости будут собираться со скоростью, равной общей скорости потока в системе.
- Шаг 5 После сбора нужного объема переведите клапан в режим "Drain" и введите новое положение флакона (например, 2 вместо 1) во избежание загрязнения при движении консоли X-Y.
- Шаг 6 Переведите клапан в режим "Collect", жидкость будет дозироваться в положение нового флакона.

Альтернативно, при работе системы в непрерывном режиме может быть предпочтительно отсоединить автоматический сборник от жидкостной сети. Обычно при непрерывном режиме используются большие количества материала для сбора больших объемов. Так как автоматический сборник обычно не используется для сбора, рекомендуется отсоединять выпускной конец от связующего элемента 2 и закрепить его в стакане-сборнике большего объема.



#### 12.1.7 Очистка автоматического сборника

Когда эксперимент завершен и больше образцов не требуется, важно промыть клапан для удаления любых остаточных жидкостей/загрязнений. Так как 3-ходовой клапан является смачиваемым компонентом и контактирует с реактивами во время эксплуатации, рекомендуется регулярно проверять его рабочие характеристики.

- Шаг 1 Загрузите в насос системы чистый растворитель/ деионизированную воду/ другой альтернативный чистящий реактив.
- Шаг 2 Установите клапан в положение "Drain".
- Шаг 3 Установите скорость потока и пропускайте жидкость через систему.
- Шаг 4 Во время работы поставьте еще одну емкость для отходов под отверстие для сбора и установите клапан в положение "Collect", чтобы полностью промыть его.
- Шаг 5 Альтернативно, можно использовать программу FCC для промывки системы по автоматическому протоколу, который обсуждается в разделе 15.



## 13 Конфигурация линейных соединителей, связующих элементов и чипов

Автоматическая система для получения наночастиц подключается к модулям оборудования посредством калиброванных шлангов. Конкретнее, калиброванные шланги служат для проведения жидкости в микрожидкостные чипы и от них для смешивания реактивов и сбора образцов.

Каждый микрожидкостный чип подсоединяется с помощью одинакового набора оборудования, хотя разные чипы требуют изменения конфигурации, чтобы гарантировать использование подходящих каналов/геометрию.

В табл. 6 представлен список микрожидкостных чипов, поставляемых с системой, которые можно использовать для получения частиц.

Название чипа	Номер по каталогу
Чип пересекающимися каналами (глубина травления 100 мкм)	7206015
Чип пересекающимися каналами (глубина травления 190 мкм)	7206016
Чип пересекающимися каналами (глубина травления 275 мкм)	7206017
Чип с 5 входными отверстиями 3D (глубина травления 150 мкм)	7206018
Чип для микросмешивания	7206029

Таблица 6: Микрожидкостные чипы, поставляемые с автоматической системой для получения микрочастиц

Стандартная рекомендуемая конфигурация (как в комплекте калиброванных шлангов, использующемся для начальной установки системы) включает следующее:

- Чип 1
  - Чип пересекающимися каналами (глубина травления 100 мкм)
- Чип 2
  - Чип пересекающимися каналами (глубина травления 190 мкм)

При такой конфигурации частицы образуются после места пересечения чипа 1 до дополнительного разведения в чипе 2.

#### 13.1.1 Сборка линейных соединителей

Калиброванный набор шлангов поставляется с уже собранными линейными соединителями для стандартной конфигурации с парой чипов 100 и 190 мкм. Однако необходимо понимать процесс сборки/разборки, если потребуется замена чипа на другой тип или замена шлангов.

ПРИМЕЧАНИЕ: рекомендуется промывать шланги системы перед сборкой чипа при первой настройке конфигурации жидкостной сети во избежание загрязнения чипа.

Шаг 1 Найдите линейные соединители 7206043 – 4 шт.) и Н-образные

связующие элементы (7206042, 2 шт.) в комплекте калиброванных шлангов. Примечание: если шланги системы подсоединены к модулям оборудования, линейные соединители уже находятся на концах шлангов.

Шаг 2 Линейный соединитель (рис. 71) состоит из множества компонентов:

- i. **Рифленые винты** используются для затягивания соединителя в связующем элементе и герметизации чипов
- Прокладки создают уплотнение между чипом и линейным соединителем, изготовлены из черного перфтор-каучука.
- ііі. Зацеп для шлангов удерживает шланги во избежание отсоединения.





Рис. 71: Компоненты линейного соединителя

Шаг 3 Каждая конфигурация чипа требует линейного соединителя с обеих его сторон для формирования уплотнения над каналами. Линейные соединители затягиваются на Н-образном связующем элементе, который содержит чип, с помощью рифленых винтов, чтобы равномерно распределить давление по поверхности чипа (чипы с краевым соединением) для подачи жидкостей в микрожидкостные каналы.



Прижимная пластинка для шлангов

Рис. 72: Н-образный связующий элемент

Шаг 4 Присоединение линейных соединителей к Н-образному связующему элементу с установленным чипом — способ создания герметичной системы с минимальными усилиями, а также простой замены чипов в зависимости от требований эксперимента. На рис. 73 показана сборка двух линейных соединителей, подсоединенных к Н-образному связующему элементу без чипа или подсоединенных шлангов.





Рис. 73: Линейные соединители, подсоединенные к Н-образному связующему элементу

- Шаг 5 Перед подсоединением к линейному соединителю важно понимать требуемое положение шлангов по отношению к используемому чипу. Каждый из чипов, использующихся в системе, соединяется с линейными соединителями и Нобразным связующим элементом одинаково, однако может требоваться несколько изменить сборку, чтобы гарантировать использование правильных каналов или пересечений чипа.
- Шаг 6 Стандартный чип с пересекающимися каналами 100 мкм позволяет производить микрожидкостное гидродинамическое фокусирование (МГФ). При этом сочетаются три потока жидкости, обычно две водные фазы (транспортная жидкость в водной среде) и одна органическая жидкость (обычно липиды в органическом растворителе). Таким образом, необходимо убедиться в правильном подсоединении шлангов по отношению к этим пересечениям, чтобы жидкости поступали и покидали место пересечения согласно плану.
- Шаг 7 На рис. 74 показано, какие каналы чипа с пересекающимися каналами 100 мкм обычно используются с жидкостями каждого типа. В калиброванном комплекте шлангов (которые можно подсоединить к модулям оборудования) шланги уже подсоединены к нужным портам линейного соединителя.



Рис. 74: Чип с пересекающимися каналами 100 мкм-7 20 60 15. расположение шлангов (для чипа 1/формирования частиц)



- Шаг 8 Руководствуясь рис. 74, теперь можно подсоединить шланги к входному отверстию первого линейного соединителя:
  - Водные каналы от Т-образного соединителя к входному отверстию чипа 1
  - іі. Органический канал от клапана для образцов 2 до входного отверстия чипа 1
- Шаг 9 Вставьте конец шланга в нужный порт линейного соединителя. Вставляйте шланг так, чтобы он располагался «выше» зацепа для шланга во избежание повреждения внешней поверхности шланга. Шланг должен выступать за конец линейного соединителя примерно на 0,5 см.
- **Шаг 10** Нажмите на шланг, чтобы он вошел в зацеп, для предотвращения его смещения при подсоединении оставшихся шлангов.
- Шаг 11
   Повторите этот процесс для всех оставшихся шлангов для жидкостей.

   Рекомендуется закрывать все неиспользуемые порты заглушкой из ПТФЭ (7206024), которую вставляют вместо шланга, как показано на рис. 71.
- Шат 12 После вставки шлангов можно установить уплотнительную прокладку линейного соединителя. Возьмите черную прокладку из перфтор-каучука и наденьте на каждый из шлангов, чтобы она располагалась свободно.
- Шаг 13 Временно вытащите шланги из зацепа для шлангов это позволит вставить шланги на место. С помощью плоской чистой поверхности прижмите линейный соединитель, чтобы плоская прокладка со шлангами располагалась вровень с концом уплотнения (как показано на рис. 75).



Шланги и уплотнительная прокладка вровень

Рис. 75: Собранный линейный соединитель

- Шаг 14 Повторите этот процесс для «выхода» линейного соединителя:
  - і. Выходной канал от выходного канала чипа 1 к входному каналу чипа 2
- **Шаг 15** При собранных входном и выходном линейных соединителях их можно собрать и затянуть на H-образном связующем элементе, как показано на рис 73.
- Шаг 16 Этот процесс можно повторить для второго комплекта линейных соединителей и Н-образного связующего элемента, необходимых для чипа с пересекающимися каналами 190 мм, требующегося для разведения.
- Шаг 17 Найдите шланги, как показано на рис. 76:
  - і. Вход для частиц от выходного канала чипа 1 к входному каналу чипа 2
  - іі. Вход для разведения от насоса для разведения к входному отверстию чипа 2
  - ііі. Выход от выходного отверстия чипа 2 к автоматическому сборнику



Рис. 76: Соединения шлангов чипа с пересекающимися каналами 190 мкм - 7206016 (для разведения)

- Шаг 18 Повторите шаги 9-13 для чипа для разведения и соедините оба линейных соединителя с Н-образным связующим элементом.
- **Шаг 19** Для снижения риска контаминации не вставляйте чипы на начальном этапе сборки, чтобы было легче промывать шланги.

#### 13.1.2 Промывка шлангов системы

Начальная сборка системы, когда компоненты распаковываются и собираются впервые, означает, что шланги могут контактировать с пылью и загрязнениями из окружающей среды, которые могут смыться в чип при первом использовании, забив его. Следовательно, рекомендуется промывать комплект шлангов (после подсоединения жидкостной сети) без подсоединенных чипов во избежание риска проникновения загрязнений в каналы чипа.

Так как чипы пока не подсоединены, это подходящее время для промывки системы.

Шаг 1 Временно отсоедините входные линейные соединители от обоих

связующих элементов.

- Шаг 2 Возьмите подходящий стакан для отходов или используйте бутылку для отходов, входящую в комплект (колпачок и крышку необходимо удалить для использования входящей в комплект бутылки для отходов).
- Шаг 3 Поместите оба линейных соединителя в стакан для отходов, чтобы слить из них жидкость.
- Шаг 4 Заполните бутылки хранилища жидкости под давлением для насоса для водных растворов, насоса для органических жидкостей и насоса для разведения 150 мл чистой фильтрованной деионизированной воды или растворителя в соответствии с планируемым использованием системы.
- Шаг 5 Установите скорость подачи насоса для водных растворов, органических жидкостей и разведения 5 мл/мин. Установите автоматические клапаны для образцов в положение "Inject".
- Шаг 6 Оставьте насосы работать на короткое время (5 минут будет достаточно) или до тех пор, пока вода не начнет выходить из линейных соединителей в контейнер для отходов.
- Шаг 7 На этом этапе шланги будут достаточно промыты, чтобы снизить риск попадания загрязнений в чипы.
- Шаг 8 Остановите насосы и переключите автоматические клапаны для образца в положение "Fill".



#### 13.1.3 Сборка чипов на Н-образном связующем элементе

После очистки шлангов системы (или начиная с позиции, на которой шланги уже очищены, можно подсоединить микрожидкостные чипы к связующим элементам, чтобы завершить жидкостную сеть.

- Шаг 1 Возьмите микрожидкостный чип 100 мкм (7206015) и чип с пересекающимися каналами 190 мкм (7206016).
- Шаг 2 Извлеките чип из гелевой упаковки (сохраните коробки, в них можно хранить чипы после использования).
- Шаг 3 Держите чип за длинные края во избежание попадания загрязнений в каналы. Кроме того, убедитесь в правильной ориентации чипа, соответствующей ориентации жидкостной сети. На рис. 77 показана общая геометрия чипов.



- Шаг 4 Начиная с чипа 100 мкм, вставьте чип в первый Н-образный связующий элемент.
- Шаг 5 Равномерно затяните каждую сторону линейного соединителя вручную. Не используйте инструменты для затягивания винтов с рифленой головкой. При затягивании убедитесь, что чип остается на месте, чтобы он не выпал до полной герметизации (рис. 78).



Рис. 78: Затягивание линейного соединителя на Н-образном связующем элементе



- Шаг 6 Повторите этот процесс для чипа для разведения, взяв чип с пересекающимися каналами 190 мкм. Обратите внимание, что здесь используется Т-образное пересечение, а не Х-образное, которое использовалось для получения частиц (рис. 77). Так как эта комбинация чипов создает всего два потока жидкости, Т-образное пересечение лучше подходит для разведения.
- Шаг 7 После сборки обоих чипов жидкостная сеть становится завершенной и ее можно установить на установочную станцию для чипов.

#### 13.1.4 Установочная станция для чипов

Установочная станция для чипов позволяет легко устанавливать и подбирать положение чипов во время эксплуатации. Станция включает простые в использовании чипы, позволяющие надежно закрепить чипы для получения наночастиц и разведения рядом друг с другом (включая держатели, соединители и шланги).

Установочная станция для чипов также позволяет непосредственно наблюдать за потоками жидкости при наличии подходящего микроскопа (не входит в комплект).



Рис. 79: Установочная станция для чипов

#### 13.1.5 Использование установочной станции для чипов

Установочная станция для чипов — устройство, не требующее электропитания и, следовательно, кабелей питания или передачи данных. К установочной станции прилагаются:

- Зеркало
  - Зеркало имеет полированную сторону (с высокой отражающей способностью) и сторону из матового стекла (рассеивающую свет).

#### Зажимы для образцов

 Используются для закрепления связующих элементов/чипов на установочной станции

Зажимы для образцов позволяют закрепить чип на установочной станции, обеспечивая гибкость, если чипы потребуется удалить.

- Шаг 1 Возьмите установочную станцию, зеркало и зажимы для образцов.
- Шаг 2 Вставьте зеркало (матовой стороной вверх) в прямоугольное углубление на верху установочной станции.
- Шаг 3 Расположите установочную станцию так, чтобы она находилась перед автоматическим сборником и насосом Quad 2 (насос для разведения). Важно учитывать длину шлангов при закреплении компонентов в соответствующем положении. При соединении чипа 2 (чипа для разведения) с автоматическим сборником убедитесь, что шланги не натянуты.



- Шаг 4 Возьмите зажимы для образцов и установите их рядом с установочной станцией.
- Шаг 5 Расположите два чипа на установочной станции рядом друг с другом в вертикальной ориентации, как показано на рис. 80.
- Шаг 6 Начиная с чипа с пересекающимися каналами 100 мкл, затяните два зажима для образцов с противоположных сторон по диагонали на каждой из сторон связующего элемента. Затяните винты вручную.



Зажимы для образцов

Связующий элемент чипа

Рис. 80: Затягивание зажимов для образца на установочной станции

- Шаг 7 Когда один рифленый винт затянут, плотно прижмите пластиковые дужки зажима к поверхности связующего элемента, чтобы ощущалось сопротивление. Пластиковые дужки должны слегка согнуться, чтобы давить на связующий элемент и удерживать его в нужном положении.
- Шаг 8 Повторите процедуру со вторым зажимом, чтобы оба зажима были закреплены на установочной станции.
- Шаг 9 После сборки уберите шланги в фиксаторы шлангов с каждой стороны установочной станции, продавив шланги через секцию с вырезом и проведя на место.

Когда чипы закреплены на установочной станции, важно убедиться, что шланги висят достаточно свободно между связующими элементами выше по потоку (насосами Quad и автоматическим клапаном для образцов) и ниже по потоку (к автоматическому сборнику). При необходимости переместите установочную станцию ближе к любой стороне системы и убедитесь вручную, что шланги достают до крайних компонентов системы.



## 14 Программа для контроля потока (Flow Control Centre)

Программное обеспечение Flow Control Center (FCC) используется для управления автоматической системой для получения наночастиц. FCC — это основной способ управления оборудованием, при котором отдельные модули выполняют определенные действия, или в рамках автоматического протокола синтеза в отсутствие оператора.

#### 14.1.1 Обзор ПО Flow Control Center

При запуске программы FCC открывается исходная страница с приветствием (рис. 81). На ней находится прямая ссылка на сайт Particle Works и данные для связи с технической поддержкой. Вверху слева находится раздел "About" с информацией о номере версии FCC, а также функцией отключения показа исходной страницы при запуске. И наконец, там находится менеджер лицензий, позволяющий загружать разные лицензии FCC. Разные лицензии FCC дают доступ к разным разделам и функциям FCC в зависимости от уровня лицензии.

Автоматическая система для получения наночастиц поставляется с системным компьютером с уже установленной программой FCC вместе с нужной лицензией для доступа к пользовательским протоколам. Начальная страница также содержит полезные ссылки на сайт компании Particle Works и адрес электронной почты нашей службы поддержки, если вам потребуется помощь в использовании системы.



Рис. 81: Исходная страница FCC (вкладка помощи)

Для доступа к разным функциям FCC необходимо перейти на требуемую вкладку из окна со вкладками в нижней левой части окна FCC (рис. 82). Разные вкладки выполняют разные функции:

- Devices (устройства)
  - Позволяет индивидуально контролировать модули оборудования, подключенного к FCC (насос Quad, автоматический клапан для образцов, автоматический сборник).
- Protocols (протоколы)
  - Настраиваемый пользователем протокол для создания автоматизированных экспериментов с получением наночастиц жидкости.
- Logs (журналы)
  - Экспериментальные данные, собранные во время работы системы и сохраненные автоматически.


	Particle Works Flow Control Center 6 Version 6.0
	Devices  « Add comment to log
	<b>O N</b>
	Y Devices
	Protocols
Структура вкладок РСС	Logs
	Help



#### 14.1.2 Подключение устройств к FCC

Для работы с FCC оборудование должно быть подключено к сети питания и включено, а также подключено к компьютеру (или USB-накопителю), чтобы программа FCC могла распознать оборудование как доступное для работы. Рекомендуется включить питание компонентов оборудования, прежде чем открывать FCC на системном компьютере. Это позволяет пользователям изменять или обновлять тип штатива автоматического сборника в модуле сборника (если он изменен) перед запуском FCC.

- Шаг 1 Убедитесь, что модули оборудования включены, подсоединены к компьютеру с помощью входящих в комплект кабелей для передачи данных и соединены по текучей среде согласно плану эксперимента.
- Шаг 2 Запустите программу FCC на системном компьютере.
- Перейдите на вкладку «устройства» из набора вкладок в нижней левой части окна FCC.

Подсоединенные и включенные устройства появятся в FCC (рис. 83).



Devices «	Add comment to log	- 🔔 🛛 🖂 Snap to Grid			
0 0 0 #	Label Quad Pump 1A Type Quad Pump 5/7	N 21 Version 10 Syringe type Red	Libel Quid Pur	to 18 Type Quad Puego S/N 2-2 Version 1.0 Springe type	Part 1
C BT-RORV-9-(T     VCDM0     S Automated Collector T     VCDM1     VCDM1     XASV 1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	ne 0.3 bor	Automotifing  XZ000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Idle     Presure     0.3 sor	ent Rise Automobility V Zoom
VCDM2     Duad Pump 2A     duad Pump 2B     Could Pump 2B     VCDM3     More Pump 1A     dua Could Pump 18	Quad Pump 1A	(1)         instantore           S. reptone = (2)         Fill           4. reptone = (6)         Empty           7.5 mill         Copyman	0.3 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1	0 * 5 million = 1 Figure 0 1 million = 1 Figure 0 1 million = 1 Figure 0 2 million = 1 Figure 0 0	0 02 1 03
Carlo Pump Is	10.0 Mer	5 midmin - A Pump 0.2	Tene 1.01.07.34 0 10.0 80	S nome = 🎊 Pump 4.	3 Data Data Data Data Data Data Data Dat
	Label Qual Pump 2A Type Qual Pump 5/	IN 1-1 Version 1.0 Syringe type Text	II Label Qualifium	p/28 Type Qual Pump S/N 1-2 Version 1.0 Springe type	Red
	De Ide	re 0.0 bor Ba	Autoconting 🖉 X Zoom 🔹 🕖 💭	Idle Store Can Brown 0.3 tor 14	ent Rook Rate 20 Additionations 20 (X Zoom - 0) 2. 0.4 1. 0.3
	Quad Pump 2A	(1)         Instakze         Image: Im	0 The second sec	(1) Initiatize 60 ∼ 10 mjma = (1) Fat 10 mjma = (1) Engty - 0.	0 03
	Default *	5 mohm = M Pump 000500 = () Tumo Pum 0.2		1 m - M Daama 10 milmo - M Pump	1 Tone LODOTAT 0
	Label Automated Collector 1 Device Virtual	Automated Collector S/N 1 Version 10	Label ASV1 Ty	pe ASV S/N 1 Version 114	1
Devices Protocols	Targer star Val	idle o		Valve 1 - Fill Valve 2 - Fill	
	Automated Collector 1 🕕 Valve stat	fle: O Callect   Drain	ASV 1	Control	
rela	Current st Viat	late	V1 Loop Volume:	5 ml Valve 1:	
🕖 Help	Valve	0 Drain	V2 Loop Volume:	5 ml Valve 2:	

Рис. 83: FCC с подключенным оборудованием Particle Works



- Шаг 5 При первом подключении оборудования к FCC необходимо настроить ряд параметров в рамках начальной настройки (рис. 84):
  - Настройте тип шприца ("Syringe Type") для каждого из каналов насоса Quad. Шприцы, установленные по умолчанию, имеют объем 2,5/5 мл (красные). После установки нажмите кнопку "Initialise" для каждого насоса.
  - введите объем петли для образца для клапанов АКО 1 и АКО
     Петли 5 мл считаются стандартными в FCC, и система может работать с петлями для образца 5 и 10 мл.

Тип шг	трица			Объем петли	і для об	разца АКО
Add comment to log			• 1			
Label Quad Rump 1A Type	Quad Pt	Idle Pressure	1.0 Syringe ty Stop	-	V S/N 1	Varsion 114 Valve 1 - Fill Valve 2 - Fill
Quad Pump 1A Svringe type:	0	d)	Initialize	ASV 1		Control Valve 1:
Red (2.5 ml/ 5 ml) Pressure Limit:	••	5 ml/min = 🚹	Fill	V2 Loop Volume:	5 ml	Fill     O Inject     Valve 2:
Default 10.0 bar	*	7.5 ml – [1] 5 ml/min – [1]	Dispense Pump			Fill     Inject

Рис. 84: Настройка типа шприца и объемов петли для образца АКО

Шаг 6 После настройки конфигурации оборудования и программного обеспечения система готова к выполнению отдельных действий (например, заправки), работы в режиме непрерывного производства или в режиме протокола.

#### 14.1.3 Использование устройств в режиме устройств

Режим устройств позволяет пользователям полностью контролировать каждый из компонентов подключенного оборудования. Конкретнее, режим устройств позволяет контролировать отдельные компоненты оборудования для выполнения определенных уникальных действий независимо от того, какие компоненты оборудования находятся в системе. Обычно режим устройств используется в следующих целях:

#### Ручное прокачивание/заправка

 Использование насосов для выполнения различных операций заполнения/ опорожнения или прокачивания жидкостей через систему. Распространенные примеры применения — заправка системы перед запуском в непрерывном режиме или в режиме протокола.

#### Оценка давления в системе

 Независимо от способов производства, использование насосов для создания давления в системе позволяет нагнетать давление в шлангах и чипах с установленной скоростью — такая оценка особенно полезна, чтобы установить, есть ли в системе области, которые заблокированы или могут помешать образованию частиц.

#### Очистка системы

 После завершения экспериментов режим устройств дает прекрасную платформу для промывки системы разными жидкостями. Пользователи также могут запустить работу клапанов АКО для промывки и очистки определенных областей клапанов/ петель для образца, что не является частью автоматического процесса промывки.



#### Промывка чипа

 Если чип забит или в него попали загрязнения, можно использовать режим устройств для промывки чипов с определенной конфигурацией, чтобы устранить препятствие.

В целом, режим устройств позволяет пользователям выполнять ряд отдельных действий. При использовании режима устройств важно учитывать состояние каждого компонента оборудования, подключенного к системе, чтобы гарантировать, что его поведение будет соответствовать ожидаемому.

В частности, убедитесь, что вы хорошо ознакомились с ориентацией автоматических клапанов для образцов и положение и состоянием автоматического сборника во избежание проникновения/ разлива жидкости.

#### 14.1.4 Режим непрерывного производства

Непрерывное производство относится к использованию автоматической системы для получения наночастиц с целью получения непрерывного потока частиц при постоянном соотношении скорости потока (ССП). Кроме того, объемы реактивов значительно больше, чем в режиме протокола, и они хранятся непосредственно в бутылках для хранения жидкостей под давлением, что значительно повышает доступный объем материалов. Целью этого является увеличение объема производства частиц после установления соответствующего набора параметров (ССП и общей скорости потока ОСП) через режим протокола.

Важно отметить, что автоматическая система для получения наночастиц предназначена для выполнения экспериментов как в непрерывном режиме производства, так и в режиме протокола, табл. 7) — наибольшее различие между двумя заключается в объеме получаемых частиц.

При установлении правильных параметров эксперимента (изменение состава, определение параметров потока) рекомендуется использовать режим протокола в связи с низкими объемами, гибкостью планирования эксперимента и автоматизированной работой с образцами.

Как только параметры потока определены, систему можно использовать для получения партий требуемого образца большего объема и в режиме непрерывного производства.

	Режим непрерывного производства	Режим протокола
Требуемые объемы образцов	Высокие	Низкие
Число уникальных образцов	Низкое	Высокое
Объем отдельного образца	Высокий	Низкий
Время обработки	Высокое	Низкое
Требования к загрузке образцов	Низкие	Высокие
Программируемые условия потока	Нет	Да
Автоматический сбор образцов	Нет	Да

Таблица 7: Различия между режимом непрерывного производства и режимом протокола



По умолчанию автоматическая система для получения наночастиц настроена на работу в режиме протокола. Если требуется непрерывный режим, необходимо учесть несколько изменений при настройке конфигурации системы.

- Шаг 1 Реактивы для экспериментов необходимо загрузить непосредственно в бутылки для хранения жидкостей под давлением. Как результат, объем образца для загрузки в бутылки для хранения жидкости под давлением, необходимый для правильного заполнения и смачивания системы, должен быть не менее 50 мл. Этот минимум применяется к каждому типу жидкости в системе и зависит от соотношений скоростей потока, использующихся для производства, объемы, необходимые для выполнения экспериментов, необходимо вычислить заранее.
- Шаг 2 Образцы не нужно вносить в петли для образцов петли для образцов должны оставаться в положении "Fill", и не требуется использование АКО на протяжении цикла производства.
- Шаг 3 Так как для непрерывного производства потребуется автоматический сборник, возможно, следует отсоединить шланг «от чипа 2 к автоматическому сборнику» и направить его непосредственно в стакан- сборник для непосредственного сбора образца (рис. 85).
- Шаг 4 После загрузки жидкостей в систему пользователям потребуется установить относительные скорости потока, необходимые для каждой жидкости (водной, органической и/или для разведения).
  - i. Введите требуемую скорость потока в раздел "Pump" (насос) соответствующего насоса.
  - ii. Нажмите кнопку "Pump" или настройте конкретное время в разделе "Timed", если длительность эксперимента известна.
- Шаг 5 В зависимости от скоростей потока, установленных в системе, жидкости будут прокачиваться через систему и начнут вытекать из системы в стакан-сборник. Как только давление стабилизируется, достигается равновесное состояние и создаются условия потока, необходимые для получения частиц желаемого размера.
- Шаг 6 Вычислите длительность эксперимента, чтобы убедиться, что в системе не закончится одна или обе жидкости раньше, чем будет получен желаемый объем.



Рис. 85: Схема работы в непрерывном режиме



#### 14.1.5 Режим протокола

- Режим протокола стандартная конфигурация системы, автоматического синтеза частиц предназначена для оптимизации процесса, работы с малыми объемами реактивов для получения ряда уникальных образцов с независимыми параметрами потока. Окно протокола состоит из нескольких разделов, каждый из которых объясняется в следующих разделах.
- Шаг 1 Перейдите на вкладку «протоколы» в нижней левой части окна FCC.
- Шаг 2 Там будет нередактируемая «заблокированная» версия протокола ANP под названием «default» (рис. 86).
- Шаг 3 Редактируемую версию протокола необходимо создать; "Duplicate". для кнопку копирования У этого можно нажать этого протокола будет зеленый символ замка показывающий, что значения можно настроить.



Рис. 86: Создание и переименование экспериментального протокола

- Шаг 4 Протоколы сохраняются при запуске и закрытии FCC, и можно создать несколько протоколов для уникальных экспериментов, чтобы легко повторить условия или создать новые протоколы для разных составов.
- Шаг 5 После создания редактируемой версии протокола можно ввести параметры протокола.

В меню "Apparatus" (рис. 87) пользователь может задать в FCC, какое оборудование будет выполнять конкретную функцию. Это окно заполняется по умолчанию, однако в случае переименования или изменения оборудования может потребоваться повторная настройка конфигурации. Выпадающий список служит для назначения специфической функции подключенному оборудованию, как показано на рис. 87.

Повторите этот процесс до назначения функций всему оборудованию. Примечание: хранилище жидкостей под давлением не указано в этом модуле и контролируется вручную.



ation 📀	Automated Nanoparticle System	1	
igur	Description	ion of linid nanonarticle for	mulatio
Cont	Apparatus		mulatio
	Function	Device	
	Automated Sample Valve	ASV 1	$\sim$
	Automated Collector	Automated Collector 1	~
	Driver Fluid 1 Pump	Quad Pump 1A	~
	Driver Fluid 2 Pump	Quad Pump 1B	~
	Dilution Pump	Quad Pump 2A	~

Рис. 87: Настройка аппарата в FCC

Если оборудование на назначено в протоколе, будет отображаться ошибка и информация о том, какой компонент оборудования не подключен (рис. 88). Пользователю необходимо исправить эту ошибку, чтобы перейти к использованию протокола.

An error has occurred	
Trying to use apparatus [Dilution Pump] that has not been assigned.	
Copy to Clipboard OK	

Рис. 88: Ошибка, возникающая, если оборудование не настроено в меню «Аппарат»

### 14.1.6 Параметры эксперимента

Меню "Experiment Parameters" (параметры эксперимента) (рис. 89) определяет физические соединения между компонентами, что позволяет FCC сформировать основу для всех экспериментальных вычислений в зависимости от объемов и времени впрыска/сбора. Таким образом, очень важно убедиться, что введенные объемы точны и отражают физические соединения. Параметры эксперимента автоматически появляются в FCC со стандартными значениями комплекта калиброванных шлангов.



Name		Value
System Paramete	ers	6 parameter(s)
Using Dilution Pump	Yes	*
Wash Rate	5000	µl/mir
Valve 1 to Chip Volume	310	μ
Valve 2 to Chip Volume	200	μ
Chip to Dilution Tee Volume	80	μ
Dilution Tee to Collector Volume	270	μ

Рис. 89: Объемы шлангов между компонентами оборудования

В частности, в таблице должны быть правильные объемы шлангов, которые соединяют:

- Клапан 1 с чипом: 310 мкл
- Клапан 2 с чипом: 200 мкл
- Чип с Т-образным чипом для разведения (чип 2): 80 мкл
- Т-образный чип для разведения (чип 2) со сборником: 270 мкл

В комплекте калиброванных шлангов, поставляемом с системой, эти объемы указаны на этикетках шлангов каждой соответствующей секции.

Если шланги изменены или заменены в последующем, важно учесть эти значения и обновить их в FCC для поддержания точности сбора.

#### 14.1.7 Промывка системы и скорость промывки

«Скорость промывки» относится к скорости подачи насосов для промывки системы жидкостью (максимально возможное значение для этой стадии 10 000 мкл/мин). Рекомендуется скорость промывки 5000 мкл/мин, чтобы гарантировать отсутствие избыточного давления в системе во время промывки (так как при активации разведения достигается общее значение 15 мл/мин). Если во время промывки возникают ошибки в результате избыточного давления, это значение можно дополнительно снизить.

Во время промывки:

- Клапаны АКО 1 и 2 устанавливаются в режим впрыскивания, а клапан автоматического сборника — в режим слива в отходы (он также перемещается в место расположения емкости для отходов).
- Насосы устанавливаются в режим "Fill" (заполнение) при скорости промывки, и заполнение осуществляется до тех пор, пока все шприцы не будут содержать реактив.
- Появляется всплывающее окно (рис. 90) с сообщением, что все компоненты подключены и любой находящийся в петле образец будет утерян (петли очищаются во время этого процесса).

FCC Protocol - User Input
Ensure all system components are connected. Any sample in sample loop will be lost during wash cycle
OK Carrel

Рис. 90: Всплывающее окно в FCC, требующее настройки конфигурации системы при промывке



Нажатие кнопки «ОК» запустит цикл промывки. Петли для образцов переключатся в положение наполнения "Fill", и шланги будут промыты.

- Цикл промывки будет продолжаться рассчитанный период времени (в зависимости от объема петли для образца и скорости промывки).
- После завершения появится всплывающее окно с сообщением, что очистка завершена.

#### 14.1.8 Таблица эксперимента

Таблица эксперимента (рис. 91) — очень важная область для определения точных параметров экспериментов, как индивидуальных, так и серийных. Введенные в нее значения для эксперимента определяют собранные объемы, а также длительность эксперимента.

Объем, который необходимо загрузить в клапан для образца 2, вычисляется автоматически. Он определяется объемом образца, который будет собран, и скоростями подачи насосов для образца 1 и 2.

- Скорость подачи насоса для образца 1 (Sample 1 Pump Flow Rate) подачи насоса для образца 1.
- Скорость подачи насоса для образца 2 (Sample 2 Pump Flow Rate) скорость подачи насоса для образца 2.
- Скорость подачи насоса для разведения (Dilution Pump Flow Rate): определяет скорость подачи насоса для разведения и, следовательно, соотношение разведения.
- Объем образца 1 (Sample 1 Volume): объем образца 1, введенного из петли для образца 1 во время реакции (необходимый объем образца 2 вычисляется по этому значению, если относительные скорости потока уже определены)
- Отбрасываемый начальный объем (Head Cut Volume): объем полученного образца наночастиц, который нужно удалить в отходы перед началом сбора образца.
- Отбрасываемый конечный объем (Tail Cut): объем полученного образца наночастиц, который нужно удалить в отходы после завершения сбора образца
- Метаданные образца ½ (Sample 1/2 Metadata): описательное определение образца.
- Пиктограмма «плюс»: ввод нового эксперимента.
- Пиктограмма «минус»: удаление эксперимента.
- Пиктограммы со стрелками: переключение между экспериментами.
- Экспорт эксперимента (Export Experiment): экспорт копии введенных значений в формате CSV.
- Импорт эксперимента (Import Experiment):импорт эксперимента в формате CSV.
- Копирование эксперимента в буфер (Copy Experiment to Clipboane) ренос эксперимента в альтернативный файл.
- Вставка эксперимента из буфера (Paste Experiment from Clipboard) вод экспериментальных значений из другого файла.

Table Editor - Experiment Table

(µl/min)		(ul/min)	(µl/min)	(14)	(µl)	(µ()	
	10000	10000	10000	100	0	0	

4	-	*	4	G•	Œ	60	G
					ОК		Cancel

Рис. 91: Таблица эксперимента в протоколе FCC



При настройке конфигурации эксперимента важно учитывать общий введенный объем образца для всех заданных экспериментов по отношению к доступному объему петли для образца. При вводе общего объема впрыскивания больше объема петли для образца появляется сообщение об ошибке (рис. 92), и нужно уменьшить общий объем впрыскивания (например, установить меньше строк эксперимента) или увеличить объем петли для образца (нужно физически заменить петлю).



Рис. 92: Введенные объемы образцов превышают объем петли для образцов

#### 14.1.9 Выполнение эксперимента

После настройки оборудования и ввода экспериментальных параметров в протокол можно начать эксперимент (рис. 93).

Систему можно промывать в любой момент, однако обычно рекомендуется делать это перед первым экспериментом. После завершения промывки функция "Run Experiments" (запустить эксперименты) становится доступной. Выбор этой функции запускает эксперименты.

Statu	15				
		Filling	Pumps		
Exec	ution Control —				
		Protocol	is running		
	► Start	٢	к	Stop	
		Wash Sys	tem		
		Run Expe	riments		
		Resume f	From Experiment		

Рис. 93: Выполнение эксперимента

Во время выполнения:

- Запускается таймер эксперимента, показывающий, сколько времени идет эксперимент.
- Насосы начинают заполнение.



- После заполнения появляется всплывающее окно (рис. 94) с запросом

заполнения петель для образцов требуемым объемом для экспериментов (общий объем всех образцов в списке экспериментов).



Рис. 94: Требуемый объем образца в петле для образцов (на основании 3 экспериментов с вводом 200 мкл для каждого)

- После загрузки клапаны на АКО 1 и 2 переключаются в положение впрыска, и образцы впрыскиваются в систему одновременно.
- После рассчитанного периода образцы будут собраны в соответствующий флакон с помощью автоматического сборника, который переключится со слива в отходы на сбор во флакон, находящийся в нужной позиции.
- Затем насосы снова заполняются и промывают чип и автоматический сборник.
- После этого система снова становится чистой, заполненной и готовой к выполнению всех последующих экспериментов до завершения.
- В случае возникновении ошибки или наличия конкретной причины для перезапуска эксперимента существует функция "Start Experiment From" (запустить эксперимент с).
   Это позволяет пользователю выбрать, с какого эксперимента должен начинаться протокол (рис. 95).

FCC Protocol - User Input
Enter the number of the experiment to resume from (1-3):
OK Cancel

Рис. 95: Запуск эксперимента с определенного момента

#### 14.10.1 Файлы журнала FCC

Во время выполнения все данные сохраняются в файле журнала на компьютере. Эти файлы сохраняются в формате CSV, и их можно просмотреть со вкладки журналов в нижней левой части окна FCC (рис. 96). Файлы журнала можно просматривать позже для сравнения физического выхода и введенных значений для конкретного эксперимента, если требуется анализ данных или отчет.

FCC сохраняет журналы в компьютере по стандартному пути: C:\Users \USER\Particle Works\Particle Works Flow Control Center 6\Logs

Этот каталог можно открыть кнопкой "Open Data Log" (пиктограмма папки со стрелкой вверх, рис 97), а также можно изменить его местоположение, выбрав место хранения на компьютере кнопкой "Browse for Data Log Folder" (пиктограмма папки с лупой).



Logs	« .	Add comment to log		•	1								
Data Log	D	ata interval every point (appr	ox. every second)	• 😻 🗵	C:\Users\Rory.F	arsons\Particle Wor	ks\Particle Works	Flow Control Cent	rr 6\Logs\Data 📅 🕅	Sort Order			
Event Log	ilter	Time (yyyy-MM-dd HH:mm:ss)	Quad Pump 2A current flow rate (µl/min)	Quad Pump 2A current pressure (bar)	Quad Pump 2A current state	Quad Pump 2A target empty rate (µl/min)	Quad Pump 2A target fill rate (µl/min)	Quad Pump 2A target pump rate (µl/min)	ASV 1 current valve one position	ASV 1 current valve two position	ASV 1 target valve one position	ASV 1 a target val	
Ch Summert Long		2022-07-22 17:00:41	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
d o support rog		2022-07-22 17:00:40	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:39	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:38	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:37	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:36	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:35	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:34	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:33	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:32	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:30	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:29	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:28	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:27	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:26	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:25	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:24	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:23	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:22	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:21	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:20	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
C Devices		2022-07-22 17:00:19	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
L		2022-07-22 17:00:18	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
Protocols		2022-07-22 17:00:17	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:16	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
Logs		2022-07-22 17:00:15	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:14	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
🛃 Help		2022-07-22 17:00:13	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		2022-07-22 17:00:12	0	0.0	Idle	1000	5000	5000	Fill	Fill	Fill	Fill	
		¢										>	
											RAM: 390MB	PU: 2%	é

Рис. 96: Файлы журнала FCC

Файлы журналов сохраняются по отдельности и имеют следующий формат:

#### Журналы событий

 Журнал событий дает общий обзор действий. производившихся во время. работы системы. В журнале событий сохраняются такие данные, как время включения оборудования, подсоединения/отсоединения, а также любые ошибки, наблюдавшиеся во время работы системы.

#### Журнал данных

0 В журнале данных сохраняются все экспериментальные данные, относящиеся к подключенному оборудованию, даже если оборудование не выполняет конкретной функции. Это включает состояние оборудования, давление, скорости потока, целевые значения и др., а также статус взаимодействия самого оборудования. - Журнал поддержки

 Доступ к журналу поддержки возможен только при наличии соответствующей лицензии для расследования причин любых ошибок

или более глубокого изучения данных системы. Журнал поддержки содержит множество данных, относяшихся к связи и оборудованию.

Каждый журнал можно настроить в соответствии с конкретными требованиями. Функция фильтра (рис. 96) позволяет включать/выключать отображение данных, чтобы выделить конкретные потоки данных. Корректировка интервала регистрации данных позволяет уменьшить частоту регистрации (по умолчанию данные регистрируются раз в секунду). Также можно удалить данные из журналов с помощью кнопки удаления, чтобы начать новый журнал, и отсортировать данные для просмотра самых старых/новых данных в верхней/ нижней части экрана.

Add commen	t to log		- 👱		
Data interval	every point (approx. every second)	≪   ≥	X I	\Users\Particle Works\Particle Works Flow Control Center 6\Logs\Data 🧮 📿	Sort Order
Filter					

Рис. 97: переменные журнала FCC



#### 14.1.11 Журналы протокола

Независимо от стандартных файлов журнала FCC, протокол будет создавать новый файл журнала и сохранять в альтернативном месте после завершения. Журнал протокола относится к выполнению протокола и дает доступный обзор выполненного эксперимента.

При выполнении протокола виден итоговый журнал "Output". В нем показаны подробности каждого шага протокола в реальном времени с целью обзора текущего действия, выполняемого эксперимента и желаемых условий для выполнения эксперимента с помощью оборудования.

После завершения в итоговом журнале также отображается место сохранения данных, относящихся к эксперименту. Он включает:

- Итоговый журнал
  - Копия итогового журнала сохраняется в папке журналов.
- Журнал сбора
  - Файл CSV, содержащий подробности условий эксперимента, скоростей потока и соответствующих введенных объемов. Он сохраняется в табличном формате, чтобы пользователи могли легко сопоставить собранный образец (положение флакона) с условиями, использовавшимися для его получения.
- Журнал данных
  - При запуске протокола создается новый журнал регистрации данных, охватывающий временной промежуток выполнения экспериментов. Это более эффективный способ рассмотрения данных, чем просмотр журнала данных большего размера для конкретного эксперимента.



Рис. 98: Отображение результата протокола при выполнении протокола



#### 15 Очистка, обслуживание и техническое обслуживание системы

Чтобы гарантировать продолжение работы автоматической системы для получения наночастиц с наилучшей производительностью, рекомендуется регулярная очистка и обслуживание системы.

По отдельности насос Quad и автоматический клапан для образца (вместе с соответствующими расходными материалами, такими как шприцы, шланги и петли для образцов) можно очищать независимо от полностью собранной системы. После того как система собрана, значительно эффективнее очищать ее полностью в сборе, чтобы гарантировать полную очистку смачиваемых частей.

FCC имеет специальный протокол (рис. 93) для промывки системы. В частности, при «промывке системы» используются подсоединенные в настоящее время движущие жидкости для промывки смачиваемых путей, включая:

- Шприцы насоса Quad
- Калиброванные шланги
- Петли для образца
- Чипы системы

#### З-ходовой клапан на автоматическом сборнике

Единственная смачивающаяся часть системы, не промывающася во время этого протокола — люэровский соединитель в передней части каждого из клапанов в АКО. Их можно снять для тщательной очистки или промыть чистым растворителем перед запуском промывки системы.

При выборе функции промывки системы "Wash System" будет использоваться настроенная в настоящее время скорость промывки ("Wash Rate") и промывка системы объемом, в 1,5 раза превышающим общий объем, введенный в FCC (на основании объемов петель для образцов и введенных значений для калиброванных шлангов).

Так как при функции «промывки системы» используются движущие жидкости, подключенные в настоящее время (обычно смесь водных реактивов и растворителей), возможно, будет лучше заменить их на альтернативный реактив (и/или набор реактивов), лучше подходящий для деконтаминации системы.

Альтернативно, возможна ручная промывка в режиме устройств:

- Шаг 1 Перед очисткой убедитесь, что эксперименты завершены.
- Шаг 2 Замените движущую жидкость на чистящую жидкость для всех

использующихся каналов насосов.

 можно использовать одну бутылку для подачи или, альтернативно, стакана 500 мл для снижения требуемого объема реактива. Типичные подходящие жидкости включают:

- і. Этанол (70–100%)
- іі. ИПС (2-пропанол/изопропанол)
- iii. RNaseZap®
- Шаг 3 С помощью режима устройства настройте скорость подачи насосов Quad (1A, 1B и 2A) 5 мл/мин.
- Шаг 4 Установите таймер "Timed Pump" на 10 минут и запустите прокачивание.
- **Шаг 5** Установите клапаны АКО 1 и 2 в положение для впрыска, чтобы гарантировать промывку петель во время этой стадии промывки.
- Шаг 6 Когда петли АКО находятся в положении для впрыска, возьмите 2 шприца 1 или 3 мл с люэровским замком. Заполните шприцы тем же чистящим раствором, который использовался на шаге 2, и промойте петлю АКО от положения заполнения до положения слива в отходы вручную через люэровские наконечники.
- Шаг 7 Во время прокачивания наблюдайте за давлением в системе можно снизить общую скорость потока, если общее давление превышает максимальный предел для системы 10 бар.



Если постоянно наблюдается избыточное давление, это может указывать на препятствие для тока жидкости и необходимость принять меры.

- После завершения стадии промывки (через 10 минут) удалите чистящую жидкость Шаг 8 из стакана.
- Шаг 9 Установите таймер "Timed Pump" на 5 минут. Оставшаяся жидкость будет полностью удалена из системы.
- Шаг 10 После завершения «инициализируйте» каждый насос, чтобы шприцы пришли в исходное положение.
- Шаг 11 Раз в неделю или две недели рекомендуется снимать шприцы и очищать цилиндр и поршень.

В таблице 8 показана рекомендованная периодичность обслуживания системы. Автоматическая система для получения наночастиц поставляется с соответствующими количествами частей, необходимых для настройки системы перед начальным использованием. Следовательно, рекомендуется приобретать дополнительные компоненты в ходе эксплуатации системы, чтобы гарантировать достаточный запас материалов для регулярного обслуживания и замены при необходимости.

Калиброван- ные шланги	Петля для образцов	Чипы системы	Пара шприцов	Уплотнение датчика давления насоса Quad	Клапаны насоса Quad	Датчики давлени я насоса Quad
7206012	Различны е	Различные	7206009	Только через сервисную службу	7206027	7206028
3-6 мес.	3-6 мес.	3-6 мес.*	6-12 мес.	12 мес.	12-24 мес.	12-24 мес.
$\checkmark$	x	Х	$\checkmark$	$\checkmark$	X	X
x	~	√	X	X	√	√
√ 	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	√
	Калиброван- ные шланги 7206012 3-6 мес. ✓ Х	Калиброван- ные шланги         Петля для образцов           7206012         Различны е           3-6 мес.         3-6 мес.           ✓         Х           ✓         Х           ✓         ✓           ✓         ✓	Калиброван- ные шланги         Петля для образцов         Чипы системы           7206012         Различные е         Различные           3-6 мес.         3-6 мес.         З-6 мес.*           ✓         X         X           ✓         ✓         ✓           ✓         ✓         ✓           ✓         ✓         ✓	Калиброван- ные шланги         Петля для образцов         Чипы системы         Пара шприцов           7206012         Различны е         Различные 3-6 мес.*         7206009           3-6 мес.         3-6 мес.*         6-12 мес.           √         X         X         √           √         √         √         ✓           √         √         √         √	Калиброван- ные шланги         Петля для образцов         Чипы системы         Пара шприцов         Уплотнение датчика давления насоса Quad           7206012         Различны е         Различные в         7206009         Только через сервисную службу           3-6 мес.         3-6 мес.         8-6 мес.*         6-12 мес.         12 мес.           ✓         X         X         ✓         ✓           ✓         X         ✓         ✓         ✓           ✓         ✓         ✓         X         ✓         ✓           ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓	Калиброван- ные шланги         Петля для образцов         Чилы системы         Гара шприцов         Уплотнение давления массоса Quad         Клапаны насоса Quad           7206012         Различные е         7206009         Только через сервисную службу         7206027           3-6 мес.         3-6 мес.         3-6 мес.*         6-12 мес.         12 мес.         12-24 мес.           √         X         X         √         ✓         X           √         X         X         √         ✓         X           √         X         √         ✓         X         ✓           √         √         √         X         ✓         ✓

Таблица 8: Руководство по обслуживанию автоматической системы для получения наночастии

Часто использующиеся и/или подверженные высокому износу части следует заменять чаще. Смачиваемые части также требуют более частой замены в связи с контактом с жидкостями в системе.

Particle Works рекомендует ежегодное техническое обслуживание системы, чтобы гарантировать надлежащие рабочие характеристики и функционирование. Цель технического обслуживания системы — убедиться в соответствии рабочих характеристик номинальным и подтвердить, что система подходит для использования, а также установить, какие дополнительные части/обучение необходимы для работы с системой.



Для этого можно приобрести комплект для технического обслуживания в качестве самостоятельного компонента, включающий определенное количество расходных материалов, которые рекомендуется периодически заменять. Комплект для технического обслуживания можно приобрести независимо от обслуживания системы самого по себе.



# 16 Очистка чипа

В автоматической системе для получения наночастиц используется серия микрожидкостных чипов с разной геометрией, конструкцией и глубиной пересечения каналов. Учитывая использование этих чипов, возможны случаи, когда чип забивается или в нем накапливаются загрязнения, потенциально способные нарушить ток жидкости в чипе и в конечном итоге помешать образованию частиц.

Вместе с автоматической системой для получения наночастиц поставляется комплект для промывки чипов (рис. 99). Комплект для промывки содержит уже собранный Н-образный связующий элемент, набор линейных соединителей, а также шланги нужной длины (поставляются с уже подсоединенными соединителями и наконечниками).



Шланг 800 мкм с соединителями и наконечниками

#### Рис. 99: Комплект для промывки чипов системы ANP

Набор для промывки чипов позволяет пользователям изменять направление тока жидкости в чип и из него, чтобы воздействовать на конкретные области/функции чипа. Чаще всего загрязнения застревают в самых узких местах чипа (обычно в месте пересечения каналов). Для доступа к месту пересечения (и, следовательно, забитому участку) может потребоваться ввести жидкость в чип в конкретном направлении. На рис. 100 показан пример чипа с забитым (волокном) каналом в месте пересечения.



Рис. 100: микрожидкостный чип с закупоркой волокном в месте пересечения каналов



- Шаг 1 Найдите и извлеките забитый (или предположительно забитый) чип из системы, замените чип на новый/чистый, чтобы можно было продолжать эксперименты во время очистки исходного чипа.
- Шаг 2 Если возможно, рассмотрите чип под микроскопом, чтобы лучше понять расположение загрязнений и, следовательно, эффективнее устранить их. Либо установите чип в комплект для промывки.
- Используя входящие в комплект встроенные клапаны (рис. 100), подсоедините клапаны к входным/выходным отверстиям чипа, которые не требуют промывки. Эти клапаны эффективно ограничивают ток жидкости внутрь чипа/из него и направляют жидкость в конкретный канал. На рис. 100 показан пример, когда водные каналы в чипе используются в конфигурации «от входа к выходу» для воздействия на пробку в месте пересечения каналов. Органический входной и обычный выходной каналы закрыты встроенными клапанами, чтобы направить жидкость в конкретном направлении, тем самым устранив засор.
- С помощью входящего в комплект охватывающего люэровского соединителя присоедините соединитель к шлангу в требуемом направлении потока.
- Шаг 5 Заполните шприц 1/3 мл с люэровским замком профильтрованной деионизированной водой/этанолом и подсоедините к охватывающему люэровскому соединителю, как показано на рис. 101.



Рис. 101: Подсоединение шприца с люэровским замком к охватывающему люэровскому соединителю

- Шаг 6 Введите раствор в чип для устранения засора, при возможности наблюдая под микроскопом.
- Шаг 7 Опорожните шприц и заполните водой, чтобы удалить оставшуюся жидкость из чипа повторите 2/3 раза, чтобы чип остался сухим.
- Уберите чип во входящую в комплект гелевую упаковку для дальнейшего использования.



# 17 Техническая поддержка

За технической поддержкой и по всем другим вопросам, относящихся к системе обращайтесь к официальному дилеру компании по адресу: info@dia-m.ru, www.dia-m.ru



# 18 Устранение неисправностей

	Проблема	Причина	Решение
1	Hacoc Quad/AKO не включается	Насосы Quad и АКО имеют основной выключатель питания и выключатель со светодиодным индикатором.	Убедитесь, что оба выключателя находятся во включенном положении.
2	Оборудование не обнаружено FCC	FCC требует, чтобы все оборудование, использующееся в системе, было подключено к компьютеру.	Убедитесь, что насосы Quad и АКО подключены к системному компьютеру белыми последовательными кабелями, входящими в комплект, и что автоматический сборник подключен к компьютеру черным последовательным кабелем, входящим в комплект.
3	Шприцы насоса Quad пропускают	Возможно, шприцы недостаточно затянуты или изношены.	Снимите шприц в сборе, очистите и высушите, прежде чем устанавливать на место. Либо, если течь не устранена, замените шприц.
4	Не поступают жидкости из АКО	Возможно, шланги неправильно подсоединены, или петли АКО частично заполнены.	Убедитесь, что шланги подсоединены правильно. Убедитесь, что в FCC правильно установлен размер петли AKO. Установите промывку системы ("Wash System") в протоколе и подтвердите при помощи пищевых красителей, что жидкость циркулирует правильно.
5	Образцы не собираются	Образцы загружаются вручную и собираются через 3-ходовой клапан. Препятствие для отбора образцов может возникнуть на любой из стадий.	Убедитесь, что образцы загружаются в петли для образцов правильно. Подтвердите конфигурацию 3-ходового клапана на автоматическом сборнике.
6	Образцы не поступают в чип/ их потоки не сходятся	Образцы должны поступать в калиброванные шланги и появляться в требуемом месте.	Убедитесь, что калиброванные шланги подсоединены правильно. Убедитесь, что чипы системы вставлены правильно и что шланги правильно подсоединены к входным отверстиям чипов.
7	При сборе образцы не попадают во флаконы	Положение X-Y для сбора определяется программированием автоматического сборника.	Убедитесь, что установленный штатив для автоматического сборника соответствует фактически используемому штативу. Подтвердите, что флаконы для образцов загружены в правильные позиции на штативе.
8	Жидкость вытекает из соединений	Давление в системе может достигать 10 бар, поэтому соединения должны быть достаточно затянуты.	Убедитесь, что каждое из соединений затянуто. При необходимости, если течь не исчезает, замените соединители/шланги.
9	В системе нет жидкости	Движущая жидкость израсходована во время эксперимента и ее необходимо восполнить для продолжения использования системы.	Проверьте бутылки с движущей жидкостью и восполните при необходимости.
10	Образцы переливаются при сборе	FCC не подтверждает собранный объем по отношению к размеру емкости для сбора.	Убедитесь, что собранные объемы меньше объемов сосуда для сбора. Если ранее проводились эксперименты, убедитесь, что предыдущие образцы сохранены и новые флаконы загружены в штатив для сбора.



11	При запуске протокола появляется ошибка превышения давления	Избыточное давление возникает в случае препятствий для тока жидкости и/или слишком высокой скорости потока по отношению к использующимся жидкостям/чипам или их сочетаниям.	Подтвердите, что использующиеся чипы не забиты (замените или очистите при необходимости). Уменьшите скорость потока в системе. Если ошибка сохраняется даже при низких скоростях потока, возможно, следует заменить шланги и/или последовательно проверить шланги системы, чтобы выяснить источник избыточного давления.
12	Протокол показывает ошибку — недостаточно объема для выполнения эксперимента	Таблица эксперимента позволяет пользователям программировать эксперименты и рекомендует объем ввода для каждого.	Если запрограммированные объемы больше объема петли для образца, уменьшите количество экспериментов или объем. Альтернативно, подтвердите, что в программе FCC установлена правильная петля, и/или замените на петлю большего объема.
13	Протокол показывает ошибку, когда ССП > 10:1.	Система рассчитана на соотношение скоростей потока до 10:1 включительно для ограничения дисперсии.	Уменьшите скорости потоков и отрегулируйте соотношение, чтобы оно было ≤ 10:1
14	Протокол FCC показывает, что оборудование недоступно	Все оборудование, необходимое для выполнения протокола, должно быть настроено в протоколе (включая насос для разведения, даже если разведение не используется).	Убедитесь, что оборудование правильно настроено в области «Аппарат» FCC, и что оборудование включено в сеть/подключено к FCC.
15	Оборудование не включается и/или протокол не выполняется.	Если все вышеописанные предпос info@dia-m.ru, www.dia-m.ru	ылки правильны, обратитесь по адресу:



# 19 Словарь терминов

ANPS (Automated Nanoparticle System — автоматическая система для получения наночастиц)	Полный комплект оборудования, использующийся для автоматического синтеза наночастиц
АКО (автоматический клапан для образца)	Модуль, использующийся для загрузки и автоматического впрыска жидких образцов в систему
FCC (Flow Control Center)	Программное обеспечение, использующееся для управления ANPS
Перфтор-каучук	Перфтористый эластомерный материал
Чип	Микрожидкостное устройство; стеклянное устройство с вытравленными каналами определенной геометрии и глубины
Линейный соединитель	Устройство, позволяющее подсоединять шланги к чипу
<b>Н-образный</b> связующий элемент	Облегчает подсоединение чипов к линейным соединителям
жнч	Жидкие наночастицы
ССП (Соотношение скоростей потока)	Соотношение между экспериментальными жидкостями, которое влияет на размер частиц
ОСП (Общая скорость потока)	Совокупная общая скорость потока всех жидкостей в системе в данный момент времени
МГФ (микрожидкостное гидродинамическое фокусирование)	Получение частиц с помощью процесса смешивания жидкостей на разной скорости





# Декларация соответствия UK CA

Мы

Blacktrace Holdings Ltd.

адрес:

1 Anglian Business Park, Orchard Road, Royston, Herts, SG8 5TW, UK (Великобритания)

в соответствии со следующим законодательством:

Требования к поставкам оборудования (безопасности) 2008

Требования к электромагнитной совместимости 2016

Ограничение использования определенных вредных веществ в требованиях к электрическому и электронному оборудованию 2012

Требования к оборудованию высокого давления (безопасности) 2016

Настоящим мы заявляем, что:

Номер по каталогу	Описание	Диапазон серийных номеров
7206008	Автоматическая система для	49000004999999
	получения наночастиц	

И все связанные принадлежности соответствуют применимым требованиям следующих документов:

Ссылка	Заглавие	Редакция/ дата
EN ISO 12100	Безопасность механического оборудования — Общие принципы для конструирования — Оценка риска и снижение риска	2010
EN 61010- 1:2010+A1:2019	Требования к безопасности измерительного, контрольного и лабораторного электрического оборудования. Общие требования	2019
EN 61326-1	Измерительное, контрольное и лабораторное оборудование. Требования к ЭМС	2013
EN 61000-6- 3:2007+A1:2011	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Групповые стандарты. Стандарты защиты от излучений для жилых, коммерческих зон и легкой промышленности	2011

Настоящим удостоверяю, что конструкция и результаты испытаний указанного выше оборудования соответствуют применимым разделам вышеуказанных требований. Оборудование соответствует всем необходимым требованиям Директив. Техническая документация на оборудование доступна у производителя по следующему адресу.

Подпись:

Фамилия: Lee Jeffries Должность: Генеральный директор

Сделано в Blacktrace Holdings Ltd

1 Anglian Business Park, Orchard Road, Royston, Herts, SG8 5TW, UK (Великобритания) 19 июня 2021 г.





# <u>Декларация соответствия ЕС</u>

Соответствует следующим Директивам:

2006/42/EC	Директива о механическом оборудовании
2014/30/EU	Директива об электромагнитной совместимости и поправки к ней
2011/65/EU	Директива об ограничении использования определенных вредных веществ в апектрическом и электронном оборуловании
2014/68/EU	Директива об оборудовании высокого давления

Настоящим мы заявляем, что:

Номер по каталогу	Описание	Диапазон	
7206008	Автоматическая система для получения наночастиц. Состоящая из:	серийных номеров	
	Модель № 7206006: Hacoc Quad	4900000 4999999	
	Модель № 7206052: Автоматический клапан для образца, модель № 7206057: Хранилище жидкости под давлением.		

И все связанные принадлежности соответствуют применимым требованиям следующих документов:

Ссылка	Заглавие	Редакция/ дата
EN ISO 12100	Безопасность механического оборудования — Общие принципы для конструирования — Оценка риска и снижение риска	2010
EN 61010- 1:2010+A1:20 19	Требования к безопасности измерительного, контрольного и лабораторного электрического оборудования. Общие требования	2019
EN 61326-1	Измерительное, контрольное и лабораторное оборудование. Требования к ЭМС	2013
EN 61000-6- 3:2007+A1:20 11	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Групповые стандарты. Стандарты защиты от излучений для жилых, коммерческих зон и легкой промышленности	2011

Уполномоченный представитель: уполномоченный представитель, 77 Camden Street Lower, Dublin, D02 XE80, Ireland (Ирландия)

Техническую документацию на оборудование можно получить у уполномоченного представителя, 77 Camden Street Lower, Dublin, D02 XE80, Ireland (Ирландия)

Настоящим удостоверяю, что конструкция и результаты испытаний указанного выше оборудования соответствуют применимым разделам вышеуказанных требований. Оборудование соответствует всем необходимым требованиям Директив. Техническая документация доступна у производителя по следующему адресу.

Подпись:

Фамилия: Lee Jeffries Должность: Генеральный директор



# Контактная информация сервисных центров

Сервисный центр Диаэм в Москве:

Адрес: 129345, г. Москва, ул. Магаданская, д.7, стр.3 Тел.: +7 (495) 745-05-08 (многоканальный) E-mail: service@dia-m.ru www.dia-m.ru

# Сервисный центр Диаэм в Новосибирске:

Адрес: 630090, Новосибирск, Академгородок, пр. Ак. Лаврентьева, 6/1, офис 100A Тел.: +7 (495) 745-05-08 (многоканальный), +7 (383) 328-00-48 E-mail: service@dia-m.ru www.dia-m.ru

### Сервисный центр Диаэм в Казани:

Адрес: 420111, Казань, ул. Профсоюзная, д.40-42, пом. № 8 Тел.: +7 (495) 745-05-08 (многоканальный), +7 (843) 210-2080 E-mail: service@dia-m.ru www.dia-m.ru

#### Москва www.dia-m.mu Москва 000 «ДИАЭМ» ул. Магаданская, д. 7, к. 3 = тел./факс: (495) 745-0508 = sales@dia-m.ru Йошкар-Ола Красноярск С.-Петербург Новосибирск Воронеж +7 (812) 372-6040 +7(383) 328-0048 +7 (473) 232-4412 +7 (927) 880-3676 +7(923) 303-0152 spb@dia-m.ru nsk@dia-m.ru vrn@dia-m.ru nba@dia-m.ru krsk@dia-m.ru Казань Ростов-на-Дону Екатеринбург Кемерово Армения +7(843) 210-2080 +7 (863) 303-5500 +7 (912) 658-7606 +7 (923) 158-6753 +7 (094) 01-0173 ekb@dia-m.ru kemerovo@dia-m.ruu kazan@dia-m.ru rnd@dia-m.ru armenia@dia-m.ru