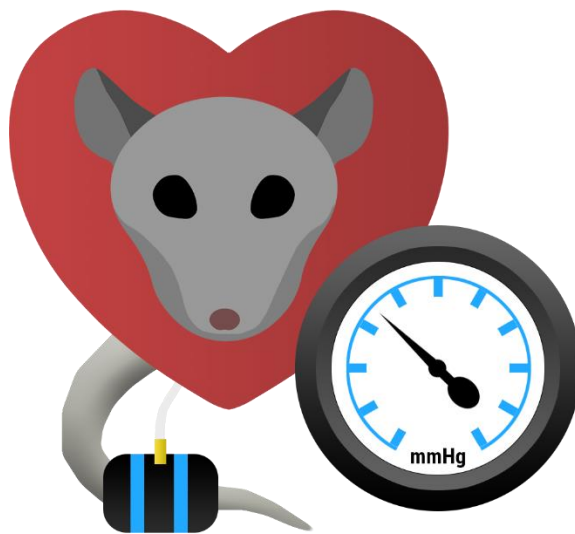


Систола ФЛОГИСТОН



Система неинвазивного измерения
кровяного давления с хвоста грызунов

v2.0

Москва, 2023

Справочная информация

Настоящий документ является руководством по эксплуатации и техническому обслуживанию комплекса для исследования систолического давления с хвоста грызунов «Систола» и нагревательной платформы «Флогистон».

Перед использованием изделий рекомендуем внимательно ознакомиться с данным руководством. Руководство содержит подробные сведения и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделий.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, в конструкцию могут быть внесены изменения, не ухудшающие характеристик изделий и не отраженные в настоящем руководстве.

Пожалуйста, сообщите производителю о любых ошибках или неисправностях, с которыми вам пришлось столкнуться при использовании изделий.

Контактная информация

ООО «Нейроботикс»

+7 495 742-5086

sales@neurobotics.ru

<https://neurobotics.ru>

<https://rat-house.ru>

124498, Москва, Зеленоград, Южная промзона,
проезд 4922, д.4, стр.2, офис 477

Оглавление

Справочная информация.....	1
Контактная информация.....	1
1. Систола.....	4
1.1. Назначение.....	4
1.2. Технические характеристики.....	4
1.3. Состав системы.....	5
1.4. Подготовка прибора к работе.....	7
1.5. Подготовка к измерению давления у животных.....	8
1.6. Программное обеспечение.....	9
1.7. Проведение измерения давления.....	9
1.8. Ручное редактирование меток давления.....	11
1.9. Просмотр записанных экспериментов.....	12
Просмотр и редактирование записи одного эксперимента.....	12
Сводная статистика по нескольким экспериментам.....	13
Экспорт в табличный файл.....	13
Импорт существующих записей.....	14
Прочие операции с записями.....	14
1.10. Сервисные операции.....	15
Проверка герметичности манжеты давления и внутренних частей прибора.....	15
Замена латексной мембраны на манжете давления.....	16
Замена силиконовой вставки в датчике пульса.....	17
2. Нагревательная платформа «Флогистон».....	18
2.1. Назначение.....	18
2.2. Технические характеристики.....	18
2.3. Состав.....	19
2.4. Подготовка к эксплуатации.....	19
2.5. Режимы поддержания температуры.....	19
2.6. Типовые операции.....	20
2.7. Нагрев животного до и во время эксперимента.....	20
3. Предупреждения.....	21
4. Эксплуатационные ограничения.....	21
5. Транспортирование.....	21
6. Хранение.....	22
7. Утилизация.....	22
Принятые сокращения.....	23

1. Систола

1.1. Назначение

Система неинвазивного измерения кровяного давления у крыс или мышей «Систола» с помощью встроенной электрической воздушной помпы автоматически нагнетает давление в хвостовой манжете до прекращения пульсаций кровотока, а затем, медленно снижая в ней давление, автоматически измеряет систолическое и рассчитывает диастолическое давление на основе показаний инфракрасного датчика пульса, одеваемого на хвост животного после манжеты.

1.2. Технические характеристики

Максимальное давление в манжете	до 300 мм.рт.ст (задается программно)
Погрешность измерения давления	до 3 мм.рт.ст. (1% от диапазона)
Виды манжет	<ul style="list-style-type: none">• Ø хвоста 5-10 мм (крысы)• Ø хвоста 3-6 мм (мыши)
Датчик пульса	инфракрасный
Регистрируемая частота пульса	40-600 уд./мин
Время цикла измерения	30-50 с (зависит от диапазона измерения давления)
Экстренное прекращение измерения	<ul style="list-style-type: none">• из программного обеспечения• по кнопке на приборе
Частота регистрации данных	1000 Гц
Работа в операционных системах	<ul style="list-style-type: none">• Windows 10+• Ubuntu 22+
Интерфейс подключение к ПК	USB 2.0
Питание	от USB (+5В, 400 мА)
Габариты основного блока	190 x 100 x 40 мм
Вес основного блока	350 г
Гарантия	1 год

1.3. Состав системы

Основной блок

На передней панели основного блока расположены (слева направо): быстроразъёмное соединение для трубки манжеты давления $\varnothing 3$ мм, разъём 3,5 мм для инфракрасного датчика пульса, светодиодный индикатор, кнопка управления



На задней панели основного блока расположены (слева направо): разъём для подключения кабеля USB, быстроразъёмное соединение $\varnothing 4$ мм для проведения калибровки и тестирования прибора.

Манжета давления

Манжета давления предназначена для пережатия сосудов в хвосте животного. При измерении давления воздух быстро накачивается и медленно стравливается, обеспечивая возможность определения совместно с ИК-датчиком пульса систолического и диастолического



давления. Манжета давления состоит из основной части, 2 боковых вставок, латексной мембраны и прозрачной трубки $\varnothing 3$ мм (длиной 1 м) для подключения к основному блоку.

Инфракрасный датчик пульса

Инфракрасный датчик (ИК-датчик) пульса предназначен для измерения амплитуды фотоплетизмограммы (ФПГ) при измерении давления.

Он состоит из корпуса, в который помещается силиконовая вставка под нужный диаметр хвоста крысы (мыши), и кабеля.

ИК-датчик пульса подключается в разъём на передней панели прибора. Если датчик не подключен, определение систолического и диастолического давления невозможно.



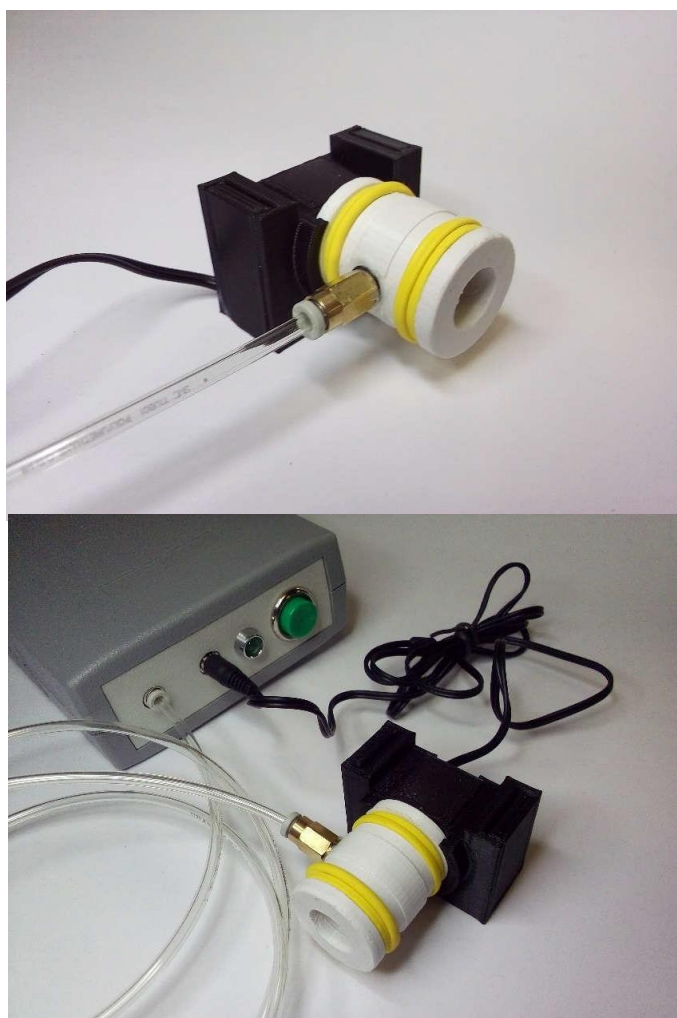
1.4. Подготовка прибора к работе

ВНИМАНИЕ: Прибор оснащен быстроразъёмными соединениями для подключения прозрачной трубки манжеты \varnothing 3 мм спереди и специальной затычки \varnothing 4 мм сзади. При вставке трубки (или затычки) она входит в сначала свободно, а затем с легким усилием примерно на 1 см.

Для отсоединения трубки (или затычки) - нажмите кольцо на конце из быстроразъёмного соединения и аккуратно потяните трубку (затычку).

Не следует прилагать избыточную силу при вытаскивании. Если не вытаскивается – значит кольцо на быстроразъёмном соединении не нажато до конца.

1. Соедините манжету давления и датчик пульса в единую сборку. Для этого вставьте манжету в посадочное место на датчике пульса, как показано на рисунке.
2. Вставьте разъём датчика пульса (3,5 мм) в разъём на передней панели прибора.
3. Вставьте прозрачную трубку манжеты давления (\varnothing 3 мм) в быстроразъёмное соединение на передней панели прибора.
4. Подключите кабель USB к прибору и компьютеру.



1.5. Подготовка к измерению давления у животных

1) Поместите животное в удерживающий контейнер-ограничитель

Это необходимо для находящихся в сознании животных. Поместите животное в удерживающий контейнер и отрегулируйте ограничитель на передней части, чтобы ограничить движения вперед и назад внутри. Контейнер должен препятствовать повороту животного вокруг своей оси. Хвост животного должен свободно выходить наружу из прорези на задней задвижке контейнера.

2) Уберите внешние раздражители

Резкие движения и громкие звуки должны быть ограничены насколько это возможно, так как они являются причиной движения животных при измерении давления. Иногда помогает закрытие сверху удерживающего контейнера тканью, чтобы уменьшить воздействия внешних раздражителей.

3) Расположение датчика

Манжету давления располагают на проксимальном конце хвоста, непосредственно за ней располагается датчик пульса. Иногда, при нагнетании давления манжета не может полностью пережать хвостовые сосуды, в этом случае нужно сдвинуть манжету давления с датчиком пульса на несколько миллиметров вдоль хвоста.

4) Обеспечьте отсутствие механических колебаний и вибраций

ИК-датчик, используемый для измерения пульса, очень чувствителен и может реагировать на любые перемещения хвоста животного относительно датчика вследствие механических колебаний.

5) Предварительно подогрейте животное

Подогрев крыс и мышей необходим для проведения измерения давления. Нагревание обеспечивает стабильную (с необходимым объёмом) циркуляцию крови в хвосте. Обычно животные должны быть предварительно нагреты до 28-32 °С в течении 10-15 минут, при этом температура должна поддерживаться в течение процесса измерения давления.

6) Привыкание животного

Большинство животных требуют определенной подготовки и аккуратного обращения, привыкания к контейнеру-ограничителю, длительному подогреву и последующему измерению давления для получения воспроизводимых результатов. Крысы легче привыкают, в отличие от мышей. Несколько полных циклов обучения могут быть необходимы для привыкания животного. Но даже после привыкания, некоторые измерения давления могут быть недостоверны вследствие движений животного и хвоста.

1.6. Программное обеспечение

Последнюю версию программного обеспечения можно скачать на сайте <https://rat-house.ru/systole> или на сайте <https://neurobotics.ru/downloads>.

1.7. Проведение измерения давления

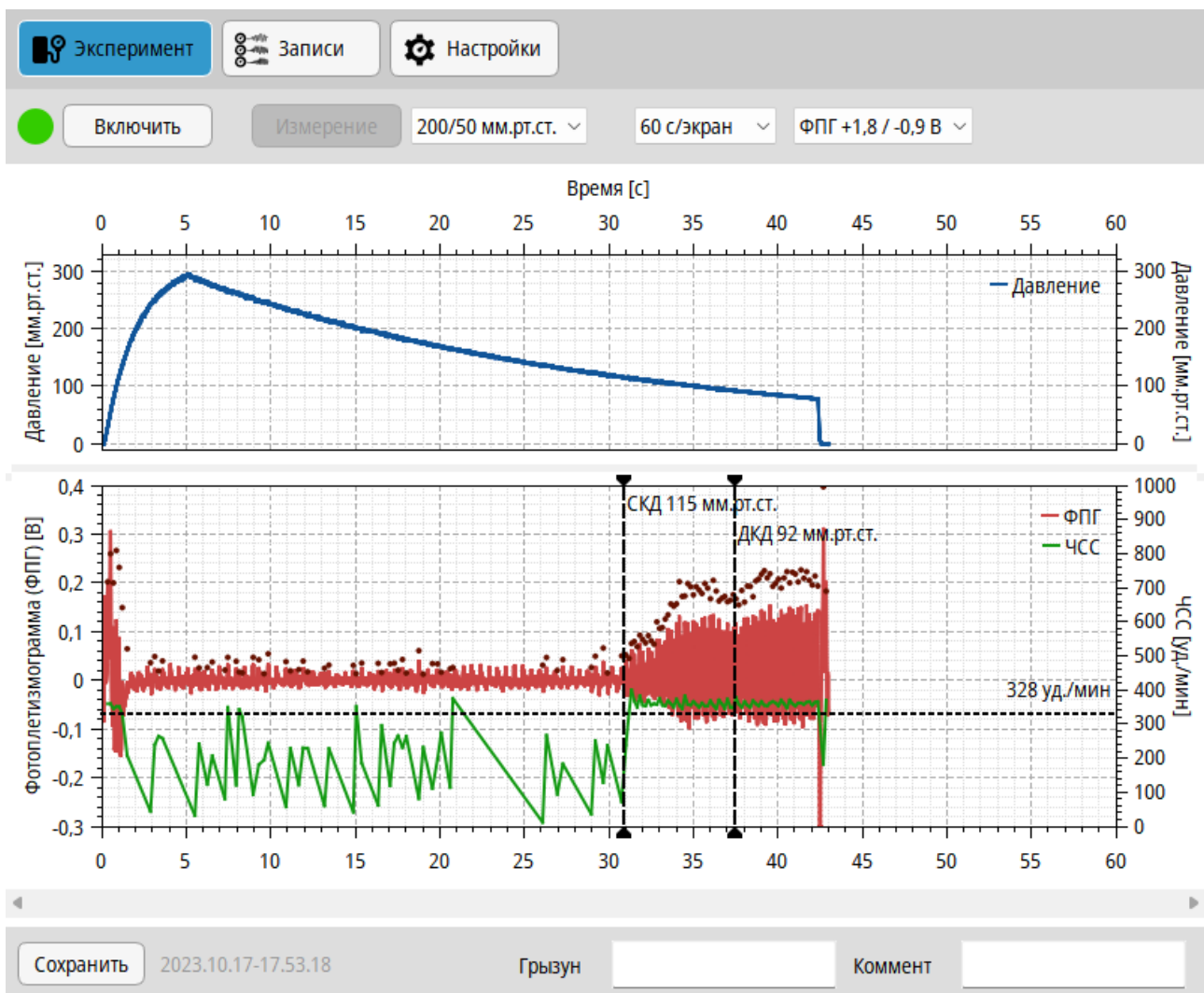
Запустите программное обеспечение «Систола» и нажмите кнопку «Включить». На экране начнут отображаться кривые давления и фотоплетизмограммы (ФПГ) с прибора. Если прибор подключен к компьютеру, то индикатор подключения в программу станет зеленым и станет доступна кнопка «Включить».

По нажатию кнопки «Измерение» прибор быстро выполнит накачку манжеты до заданного давления. Манжета пережмёт сосуды в хвосте животного и пульс на ФПГ наблюдаться не будет (только собственный шум датчика и артефакты движения хвоста).

Затем давление в манжете начнет медленно стравливаться через специальный клапан внутри прибора. Когда давление в манжете станет равным систолическому, на графике ФПГ появятся пульсации. Амплитуда пульсаций будет нарастать по мере уменьшения давления в манжете.

Когда давление достигнет заданного минимального значения, то регистрация закончится автоматически и будет предложено сохранить данные в файл.

По завершению эксперимента (при снижении давления в манжете до 0 или при ручном прерывании эксперимента) автоматически запустится анализ по ФПГ для нахождения значений систолического и диастолического давлений – они отображаются в виде вертикальных меток СКД и ДКД соответственно. Для систолического давления находится момент появления пульсаций, а для диастолического - точка прекращения быстрого нарастания амплитуды пульса при уменьшении давления в манжете (т.е. слева от этой точки амплитуда быстро нарастает, а справа – нарастает уже медленно или иногда немного уменьшается).



Полученную запись можно сохранить (кнопка слева внизу) в базу записей для последующего просмотра на вкладке «Записи». После сохранения можно сразу открыть запись кнопкой «Открыть ...», появляющейся рядом с кнопкой сохранения.

Для удобства последующего анализа каждой записи можно назначить текстовое значение в полях «Грызун» и «Комментарий» (справа внизу). Эти поля можно изменить и позже, при просмотре записи

1.8. Ручное редактирование меток давления

Для более точного определения систолического и диастолического давления возможно ручное редактирование меток СКД и ДКД.

Подведите курсор мыши к вертикальной метке в любом месте и нажмите левую кнопку мыши. Удерживая левую кнопку мыши, переместите метку по горизонтали в более правильное место.

Для систолического давления – это начало появления пульсаций на ФПГ при срабатывании давления в манжете.

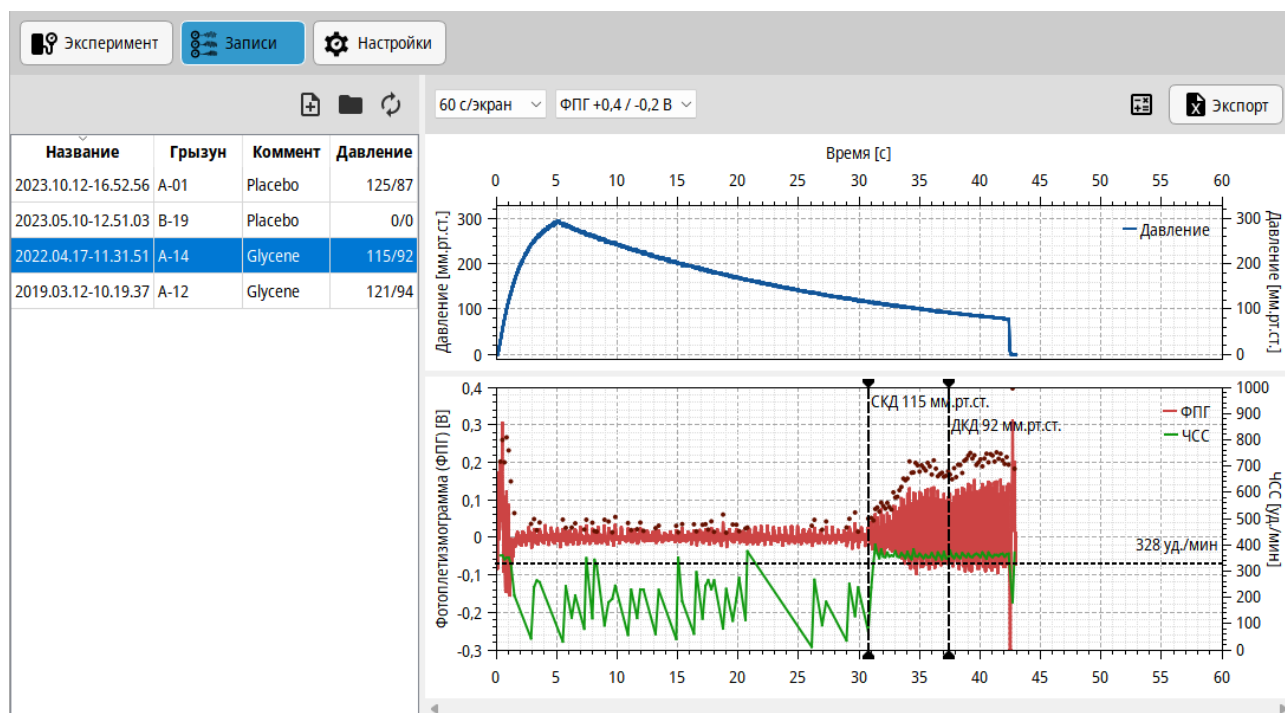
Для диастолического давления – это момент прекращения наиболее быстрого нарастания амплитуды пульсаций ФПГ. Для облегчения визуального определения амплитуды пульсаций ФПГ, она отображается над кривой в виде красных точек, соответствующих моменту пульсаций кровотока. Также рекомендуется для определения диастолического давления ориентироваться по нижней границе кривой пульса. По ней лучше, чем по верхней границе виден момент прекращения нарастания амплитуды пульсаций.

1.9. Просмотр записанных экспериментов

Все записанные эксперименты складываются в одну папку и доступны на вкладке «Записи».

Просмотр и редактирование записи одного эксперимента

При выборе одной записи из списка данные отображаются так же, как при самом процессе записи. Маркеры СКД и ДКД доступны для редактирования.



Поля «Грызун» и «Комментарий» редактируются непосредственно в ячейках таблицы списка записей.

Сводная статистика по нескольким экспериментам

При выборе более одной записи в списке формируется сводная таблица по показателям СКД, ДКД и пульс, а также вычисляется среднее значение (M), дисперсия (D) и среднеквадратическое отклонение (СКО).

Эксперимент				Записи		Настройки		Экспорт		
Название	Грызун	Коммент	Давление	Название	Грызун	Коммент	СКД, мм.рт.ст.	ДКД, мм.рт.ст.	ЧСС, уд./мин	
2023.10.17-17.58.46	A-48	H2O	111/67	2023.10.12-16.52.56	A-01	Placebo	125.0	87.0	448.0	
2023.10.17-17.53.18			112/72	2022.04.17-11.31.51	A-14	Glycene	115.0	91.0	328.0	
2023.10.12-16.52.56	A-01	Placebo	125/87	2019.03.12-10.19.37	A-12	Glycene	121.0	94.0	336.0	
2023.05.10-12.51.03	B-19	Placebo	0/0			M	120.3	90.7	370.7	
2022.04.17-11.31.51	A-14	Glycene	115/92			D	25.3	12.3	4501.3	
2019.03.12-10.19.37	A-12	Glycene	121/94			СКО	5.0	3.5	67.1	

Экспорт в табличный файл

Для экспорта единичной записи или сводной таблицы – нажмите кнопку «Экспорт» в правом верхнем углу.

Для экспорта доступны форматы:

- XLSX – типовой табличный формат
- CSV – простой текстовый табличный формат

Варианты экспорта данных:

- *Основные данные* – СКД, ДКД, пульс, название, грызун, комментарий
- *Данные с давлением и ФПГ* – всё вышеперечисленное плюс все значения давления и ФПГ во времени.

При экспорте сводной таблицы, данные каждого из экспериментов будут добавлены в отдельные листы.

Импорт существующих записей

Для импорта записей нажмите кнопку в левом верхнем углу списка записей. Будет предложено выбрать файл с расширением «.edf».

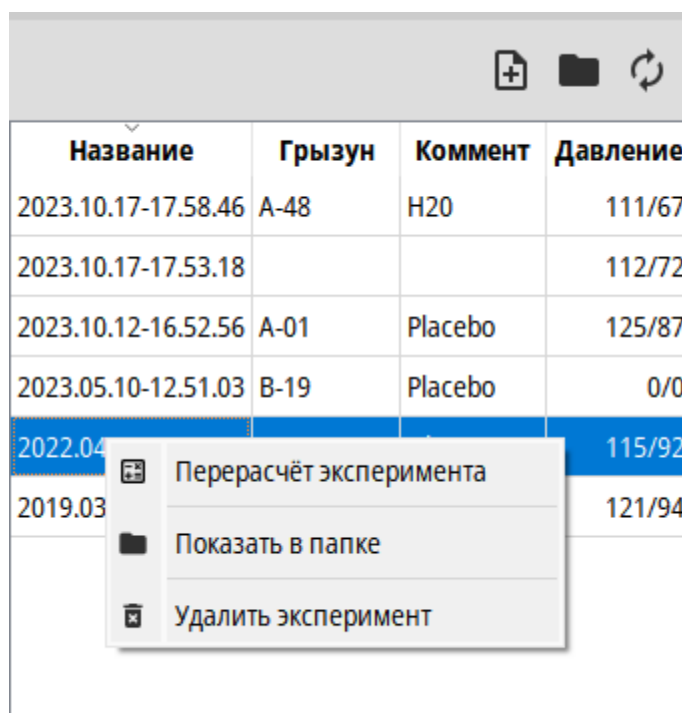
Для импорта доступны файлы, записанные в любой версии ПО «Систола»

Прочие операции с записями

Для просмотра папки, содержащей файлы записей:

1. Нажмите на кнопку с иконкой папки в левом верхнем углу списка записей *или*
2. Нажмите правой кнопкой по записи в списке и выберите пункт «Показать в папке»

Для удаления записей, выберите одну или несколько записей в списке, нажмите правой кнопкой мыши по выбранным записям и выберите пункт «Удалить». Записи будут перемещены в корзину операционной системы.



Название	Грызун	Коммент	Давление
2023.10.17-17.58.46	A-48	H2O	111/67
2023.10.17-17.53.18			112/72
2023.10.12-16.52.56	A-01	Placebo	125/87
2023.05.10-12.51.03	B-19	Placebo	0/0
2022.04			115/92
2019.03			121/94

1.10. Сервисные операции

Проверка герметичности манжеты давления и внутренних частей прибора

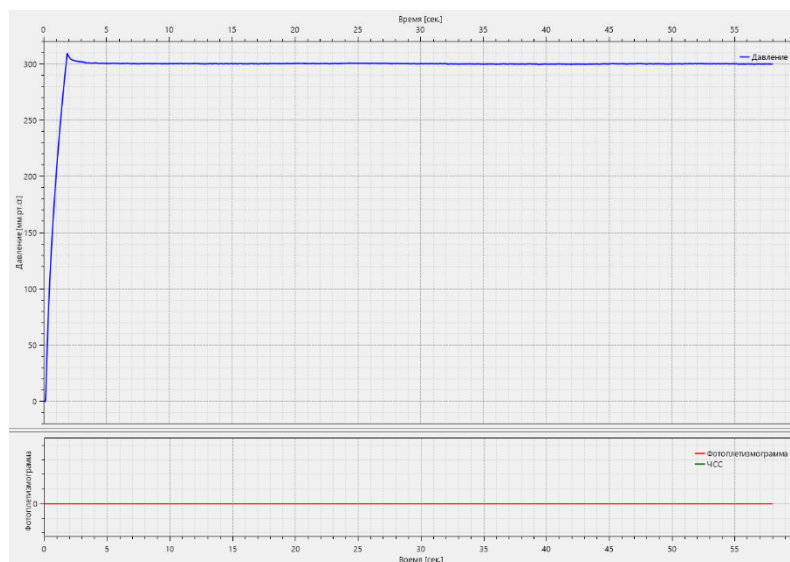
Внимание: вставьте специальную заглушку $\varnothing 4$ мм (из принадлежностей прибора) на 1-1,5 см в быстроразъёмное соединение, расположенное на задней панели «Систолы».

Вставьте прозрачную трубку $\varnothing 3$ мм манжеты давления в быстроразъёмное соединение на передней панели прибора. Внутри манжеты давления вставьте что-нибудь тонкое и круглое (например, ручку или карандаш) без острых частей, чтобы не повредить мембрану.

Запустите программное обеспечение «Систола», включите регистрацию нажав кнопку «Включить». Затем выполните тестовую накачку до 200 мм.рт.ст. нажав кнопку «Измерение». Кривая давления не должна спадать за 40-50 секунд как при обычной регистрации, а давление должно уменьшаться незначительно (из-за малых утечек внутри прибора). Типично – не более 10 мм.рт.ст. за 40-50 секунд, т.е. не более 0,25 мм.рт.ст (0,033 кПа) в секунду.

Если это не так – убедитесь, что заглушку вставлена сзади прибора, и проверьте, что прозрачная трубка $\varnothing 3$ мм вставлена до конца в прибор и в саму манжету.

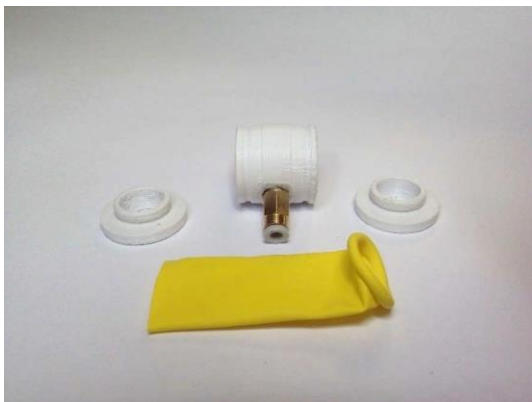
Внимание: по окончании извлеките специальную заглушку $\varnothing 4$ мм из быстроразъёмного соединения, расположенное на задней панели «Систолы»



Замена латексной мембраны на манжете давления

Замена латексной мембраны манжеты может потребоваться при отсутствии герметичности в ней из-за ее повреждения или естественного износа.

Манжета давления состоит из основной части, двух боковых вставок, латексной мембраны и прозрачной трубки $\varnothing 3$ мм (длиной 1 м) для подключения к основному блоку.



1. Вытащите две боковые вставки из манжеты. Они вытаскиваются достаточно туго, можно использовать что-то тонкое из подручных средств для их снятия.
2. Снимите с основной части латексную мембрану.
3. Подготовьте запасную латексную мембрану для замены.
4. Вставьте запасную латексную мембрану внутрь основной части. Затем выворачивая наружу наденьте края мембраны на основную часть.
5. Следите, чтобы внутри основной части на латексной мембране не образовывались складки. Желательно, чтобы внутренняя часть располагалась ровно и достаточно свободно, без натяжения.
6. Вставьте боковые вставки в основную часть, зажимая ими латексную мембрану. Они вставляются туго, поэтому нужно приложить определенное усилие.
7. Боковые вставки необходимо надеть до упора с основной частью корпуса.
8. Затем проверьте герметичность собранной манжеты давления.

Замена силиконовой вставки в датчике пульса

Замена силиконовой вставки в датчике пульса может потребоваться для разных диаметров хвоста крыс или мышей.

Для крыс поставляются три вставки: Ø6, Ø8, Ø10 мм.

Для крыс массой менее 150-200 г рекомендуется вставка Ø6 мм.

Для мышей поставляются две вставки: Ø3, Ø4, Ø5 мм.



1. Сначала отсоедините манжету давления из посадочного места на датчике пульса.
2. Для замены извлеките установленную вставку, потяните ее вверх из датчика захватив ее по оси датчика.
3. Внимание: на силиконовой вставке помимо отверстий для хвоста есть отверстия для инфракрасного датчика сбоку. Эти отверстия имеют Ø5 мм для крыс и Ø3 мм для мышей. Следует располагать вставку этими отверстиями вбок (напротив ИК-приемника и излучателя) на датчике пульса.
4. Отверстия для хвоста должны располагаться по оси датчика.
5. На корпусе датчика есть боковые удерживающие выступы. Вставка должна входить между ними.
6. Аккуратно (вставка входит с легким усилием) вставьте силиконовую вставку необходимого размера. Её нужно вставить вниз до самого конца, чтобы верхний край вставки был заподлицо с корпусом датчика.

2. Нагревательная платформа «Флогистон»

2.1. Назначение

Система «Флогистон» предназначена для поддержания заданной температуры при подогреве мелких лабораторных животных.

2.2. Технические характеристики

Максимальная температура нагрева	+50°C
Точность по температуре	±0,5°C
Разрешение измерения температуры	0,0625°C (12-бит)
Время нагрева пластины	До +32°C – 5 минут До +45°C – 15 минут
Контроль температуры нагревательной пластины	Встроенный цифровой датчик температуры
Внешний датчик для контроля температуры на поверхности животного	Да (Ø5 мм, постоянная времени 3 с)
Температурный контроллер	Микропроцессорный
Дисплей	Русифицированный, 12 x 2 символов
Кнопки управления	3 (Вверх, Вниз, Ввод)
Источник питания	Внешний блок питания (220В->12В) с сертификацией по медицинским применениям (утечка <50 мкА, сопротивление изоляции 100 МОм при 500 В)
Подключение к компьютеру по USB кабелю	Да (гальваническая изоляция до 2500 В, утечка <10 мкА)
Условия эксплуатации	В помещении при температуре +5°C до +40°C и относительной влажности не более 80%

Нагревательная пластина (возможны другие размеры по запросу)	Размер: 244 x 123 x 17 мм Материал: верх – алюминий, низ – пластик
Масса	не более 1 кг

Примечание: данные по максимальной температуре и скорости нагрева указаны для окружающей температуре +22°C и отсутствии сильных воздушных потоков. Они могут быть меньше при низкой окружающей температуре или сильных воздушных потоках.

2.3. Состав

- Температурный контроллер с дисплеем и кнопками управления
- Нагревательная пластина со встроенным датчиком температуры
- Внешний датчик температуры
- Блок питания 12 В (от сети 220 В)

2.4. Подготовка к эксплуатации

1. Подключите нагревательную платформу к контроллеру
2. Подключите внешний датчик температуры к контроллеру
3. Подключите блок питания к контроллеру
4. Включите блок питания в сеть 220 В

Внимание: при подключенном блоке питания допускается подключать (или отключать) к контроллеру внешний датчик температуры. Не рекомендуется отключать (или подключать) нагревательную платформу от контроллера при подключенном блоке питания.

2.5. Режимы поддержания температуры

1. Если внешний датчик температуры подключен к управляющему контроллеру, то поддерживается заданная температура в месте расположения внешнего датчика
2. Если внешний датчик температуры не подключен к управляющему контроллеру, то поддерживается заданная температура поверхности нагревательной пластины. Внешний датчик температуры является дополнительным, система может работать без него.

2.6. Типовые операции

Включение и выключение

Для включения нажмите и удерживайте более 1,5 секунд крайнюю правую кнопку «Ввод». Для выключения - нажмите и удерживайте более 3 секунд крайнюю правую кнопку «Ввод».

Отображение температуры на дисплее

На дисплее температурного контроллера отображается температура внешнего датчика (вверху слева) и текущие температуры пластины (внизу слева), а также заданная температура (справа-вверху или внизу, в зависимости от подключения внешнего датчика).

Установка желаемой температуры

С помощью кнопок «Вверх» и «Вниз», расположенных справа от дисплея контроллера, пользователь может изменять поддерживаемую температуру с шагом 0,5°C. При выключении сохраняется последняя заданная температура. Нагрев прекращается по достижении заданной температуры и возобновляется при остывании животного или платформы.

2.7. Нагрев животного до и во время эксперимента

1. Поместить грызуна в рестрейнере на платформу, хвост не должен касаться платформы
2. Поместить внешний датчик в отверстие рестрейнера близко к телу грызуна, но не прижимая его
3. Одеть на хвост манжету с датчиком
4. Можно накрыть грызуна мягкой тканью для стабилизации нагрева и снижения уровня стресса
5. Выставить температуру 32°C
6. Нажать кнопку ПО «Включить» и наблюдать за нарастанием амплитуды ФПГ при нагреве животного. Процесс нагрева занимает 10-15 мин, в зависимости от температуры помещения и размеров грызуна. ФПГ должно быть стабильной амплитудой, без пропусков.

Внимание: для качественного проведения экспериментов грызун должен быть приучен к процедуре накачки манжеты во избежание движений и артефактов на записи.

3. Предупреждения

Запрещается использовать изделия при высокой влажности (более 80%), в воде или под дождем. Не допускается попадание влаги внутрь изделий.

Запрещается использование изделий не по назначению, в нарушение правил и условий эксплуатации.

4. Эксплуатационные ограничения

После хранения в холодном помещении (менее +5°C) и после транспортировки при отрицательных температурах перед включением, изделия должны прогреться при температуре не ниже +10°C в течение нескольких часов в упакованном виде, чтобы избежать конденсации влаги внутри изделий.

Изделия предназначено для эксплуатации при температуре +5°C до +40°C и относительной влажности не более 80%.

Не допускается эксплуатация изделий в условиях попадания атмосферных осадков, конденсации влаги, воздействия солевого тумана и озона, под прямыми солнечными лучами, во взрывоопасной среде, в среде с токопроводящей пылью, агрессивными газами и парами, и других условиях, не обеспечивающих надлежащую защиту от неблагоприятных воздействий.

5. Транспортирование

Изделия могут транспортироваться всеми видами крытых транспортных средств, кроме транспортирования в неотапливаемых отсеках самолетов и морским транспортом, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50444-92 и правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

6. Хранение

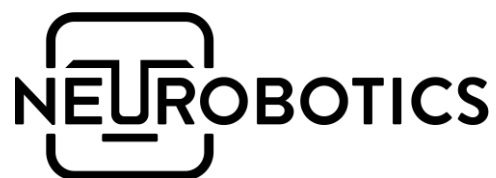
В течение гарантийного срока изделия должны храниться в транспортной упаковке предприятия-изготовителя на складах поставщика и потребителя, кроме складов железнодорожных станций, в условиях хранения 1 по ГОСТ 15150-69 - в закрытом помещении при температуре +5°С до +40°С и относительной влажности не более 80%.

7. Утилизация

Критериями предельного состояния изделий является выработка ресурса, невозможность или технико-экономическая нецелесообразность восстановления работоспособного состояния.

Принятые сокращения

- ИК - инфракрасный
- ДКД – диастолическое кровяное давление
- ОС – операционная система
- ПК – персональный компьютер
- ПО – программное обеспечение
- СКД – систолическое кровяное давление
- ФПГ – фотоплетизмограмма



+7 495 742-5086

sales@neurobotics.ru

<https://neurobotics.ru>

<https://rat-house.ru>

124498, Москва, Зеленоград,
Южная промзона, проезд 4922,
д.4, стр.2, офис 477

