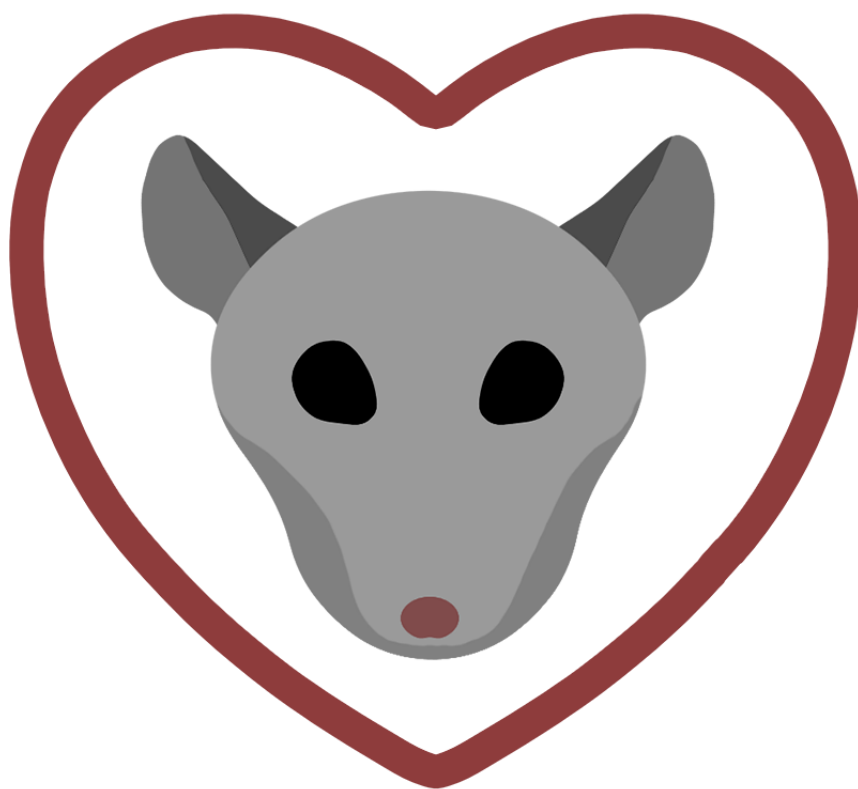




Физиобелт

Аппаратно-программный комплекс



Руководство по эксплуатации

Версия 2.4.0
Москва, Зеленоград, 2021

Справочная информация

Настоящий документ является объединенным с паспортом руководством по эксплуатации и техническому обслуживанию аппаратно-программного комплекса «Физиобелт» (в дальнейшем *изделие*).

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

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

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

Контактная информация

ООО «Нейроботикс»

Почтовый и юридический адрес: 124498, Москва, Зеленоград, Южная промзона, проезд 4922, стр.2, д.4, офис 477

Телефон: +7 495 742-5086

Электронная почта: sales@neurobotics.ru

Сайт: <https://neurobotics.ru>
<https://rat-house.ru>

Предупреждения

- ✘ Запрещается использование изделия не по назначению, нарушение правил и условий эксплуатации
- ✘ Запрещается использовать изделие при высокой влажности, в воде или под дождем. Не допускается попадание влаги внутрь изделия
- ✘ Изделие может использоваться только в той комплектации, которая предусмотрена производителем
- ✘ К работе с аппаратно-программным комплексом «Физиобелт» допускаются лица, ознакомившиеся с настоящим руководством

Список принятых сокращений и единиц измерений

<i>ПК</i>	Персональный компьютер
<i>ЭКГ</i>	Электрокардиограмма
<i>СКО</i>	Среднеквадратичное отклонение
<i>EDF</i>	European Data Format, 16-битный формат файла для записи биосигналов
<i>BDF</i>	Bio Data Format, формат файла для записи биосигналов, то же самое, что EDF, но 24-битный
<i>мс</i>	миллисекунда
<i>мВ</i>	милливольт
<i>мкВ</i>	микровольт
<i>Гц</i>	герц (раз в секунду)

Оглавление

Оглавление.....	3
1. Назначение и описание	4
2. Меры безопасности	4
3. Техническое описание и характеристики.....	6
4. Проведение эксперимента	7
5. Программное обеспечение	8
5.1. Требования к компьютеру	8
5.2. Поиск и подключение устройств.....	9
5.3. Отображение данных с прибора, запись в EDF	10
5.4. Анализ записанных данных.....	12
Кардиоинтервалограмма.....	13
Распределение	14
Скаттерограмма	15
Показатели	15
5.5. Редактирование R-пиков	16
5.6. Обработка файла ЭКГ-записи	17
5.7. Экспорт данных.....	17
5.8. Дополнительные настройки.....	18
6. Подготовка животного к эксперименту.....	19
7. Уход за электродами и жилетами.....	20
8. Эксплуатация, транспортировка, хранение и утилизация изделия ..	20
9. Техническое обслуживание	21
10. Типичные неисправности и их устранение	22

1. Назначение и описание

Система беспроводной регистрации и анализа ЭКГ животных «Физиобелт» предназначена для длительной регистрации и передачи по радиоканалу ЭКГ-сигнала с частотой опроса до 1 кГц и используется в составе компьютерной системы, обеспечивающей беспроводной приём данных и их обработку, при исследовании ЭКГ-сигнала животных среднего и мелкого размера, таких как крысы, кролики, морские свинки.

Одним из основных применений является измерение R-R интервалов ЭКГ свободно перемещающегося животного.

ПО «Физиобелт» позволяет:

- регистрировать данные и сохранять их в формате EDF/BDF
- в реальном времени производить расчет ЧСС и кардиоинтервалограммы
- загружать файлы EDF/BDF для просмотра и анализа ЭКГ в терминах вычисления R-R интервалов
- сохранять результаты анализа в текстовом, табличном (Excel) и графическом форматах

2. Меры безопасности

Внимание: При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо выполнять требования, представленные в настоящем руководстве по эксплуатации.

Если компьютер, на котором будет эксплуатироваться изделие, питается от сети, то он обязательно должен быть заземлен через трехпроводную вилку питания.

Внимание: Категорически запрещается использовать электросети, в которых совмещены нейтраль и защитное заземление!

Будьте внимательны, не допускайте небрежного обращения с изделием и его падения. Следует бережно обращаться с кабелями и разъёмами, в целях продления срока их службы. При возникновении сомнений в целостности изделия или кабелей, обратитесь к их производителю для надлежащей экспертизы и ремонта.

Внимание: в случае возникновения сомнений в исправности изделия, оно должно быть возвращено производителю.

В целях обеспечения безопасности запрещается:

- ✘ Нарушать порядок работы с изделием, установленный настоящим руководством;
- ✘ Вскрывать изделие, производить самостоятельный ремонт.

Запрещается нарушать условия транспортирования, хранения и эксплуатации изделия:

- ✓ Условия эксплуатации изделия должны соответствовать УХЛ 4.2 ГОСТ Р 50444-92, рабочая температура +10°С...+35°С, относительная влажность от 40 до 80%.
- ✓ Условия хранения изделия должны соответствовать условиям хранения 1 по ГОСТ 15150-69, температура хранения +5°С...+40°С, относительная влажность до 80% RH.
- ✓ Условия транспортирования изделия соответствовать условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69, температура транспортирования - 50°С...+50°С, относительная влажность до 98%.

Внимание: после транспортирования при отрицательной температуре перед включением изделие необходимо выдержать в теплом помещении не менее двух часов.

3. Техническое описание и характеристики

	Neurobotics Physiobelt
Вид съёма данных	1 биполярный канал
Частота дискретизация	1000 Гц
Диапазон входных напряжений	±3 мВ
Протокол передачи	Bluetooth 4 BLE
Дальность передачи	до 50 метров
Питание	встроенный аккумулятор Li-Ion 500 мА
Длительность работы	не менее 10 часов работы, более 100 суток в режиме ожидания
Масса	не более 35 г
Габариты	60 x 36 x 15 мм

Области применения:

- Тестирование фармацевтических препаратов
- Обучение студентов на курсах физиологии человека и животных
- Длительный мониторинг физиологических показателей
- Ветеринария

Для взаимосвязи с устройством используется Bluetooth. Если в компьютере отсутствует встроенный Bluetooth-модуль, воспользуйтесь USB Bluetooth-адаптером (поставляется в комплекте с Physiobelt).

- В процессе зарядки устройство становится недоступно для использования, светодиод светится красным непрерывно. По окончании зарядки устройство переходит в режим ожидания.
- Мигает 1 раз в 3 секунды в режиме ожидания
- Мигает 1 раз в секунду при подключении к программе
- Мигает часто при обмене данными

4. Проведение эксперимента

Для проведения эксперимента необходимо иметь:

1. Заряженное устройство Physiobelt
2. Компьютер (с операционной системой Windows/Ubuntu)
3. Установленное ПО Physiobelt
4. Жилет для животного
5. Комплект датчиков
6. Электродный гель для обеспечения контакта с кожей животного

Рекомендации:

- **Очищайте датчики** до и после проведения эксперимента, так как электродный гель имеет свойство засыхать и покрывать плёнкой контакты. Это снижает характеристики проводимости и может снизить качество снимаемого сигнала. **Электроды можно мыть в воде** (только сами электроды, не разъём), предварительно отключив их от устройства (см. [Уход за электродами и жилетами](#)).
- Для обеспечения лучшего контакта с кожей рекомендуется **брить** животное в месте контакта с электродом.

5. Программное обеспечение

5.1. Требования к компьютеру

Поддерживаемые операционные системы:

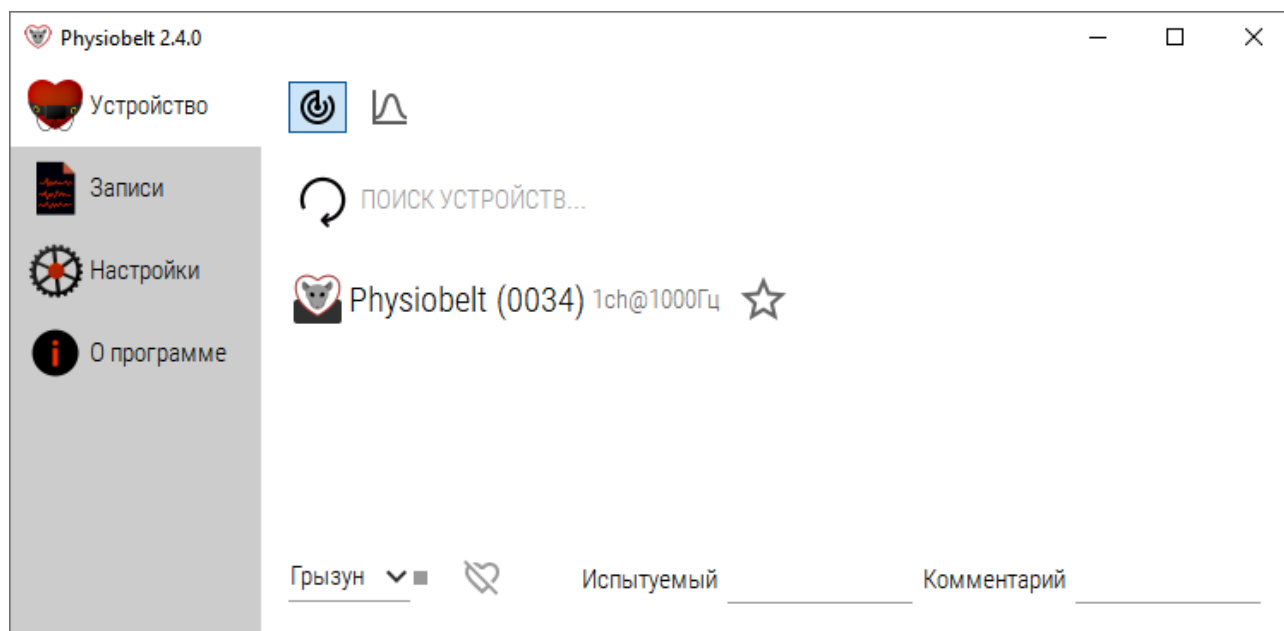
- Microsoft Windows 10
- Ubuntu/Manjaro 20+

Актуальные версии программного обеспечения можно найти на сайтах:

- <https://neurobotics.ru/downloads>
- <https://rat-house.ru/physiobelt#downloads>

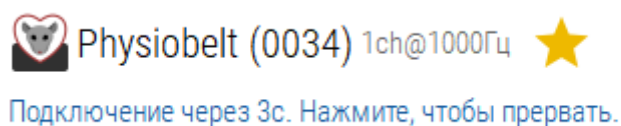
5.2. Поиск и подключение устройств

На странице «Устройство» отображаются доступные для подключения устройства. Если необходимое устройство отсутствует в списке – нажмите «Начать поиск».



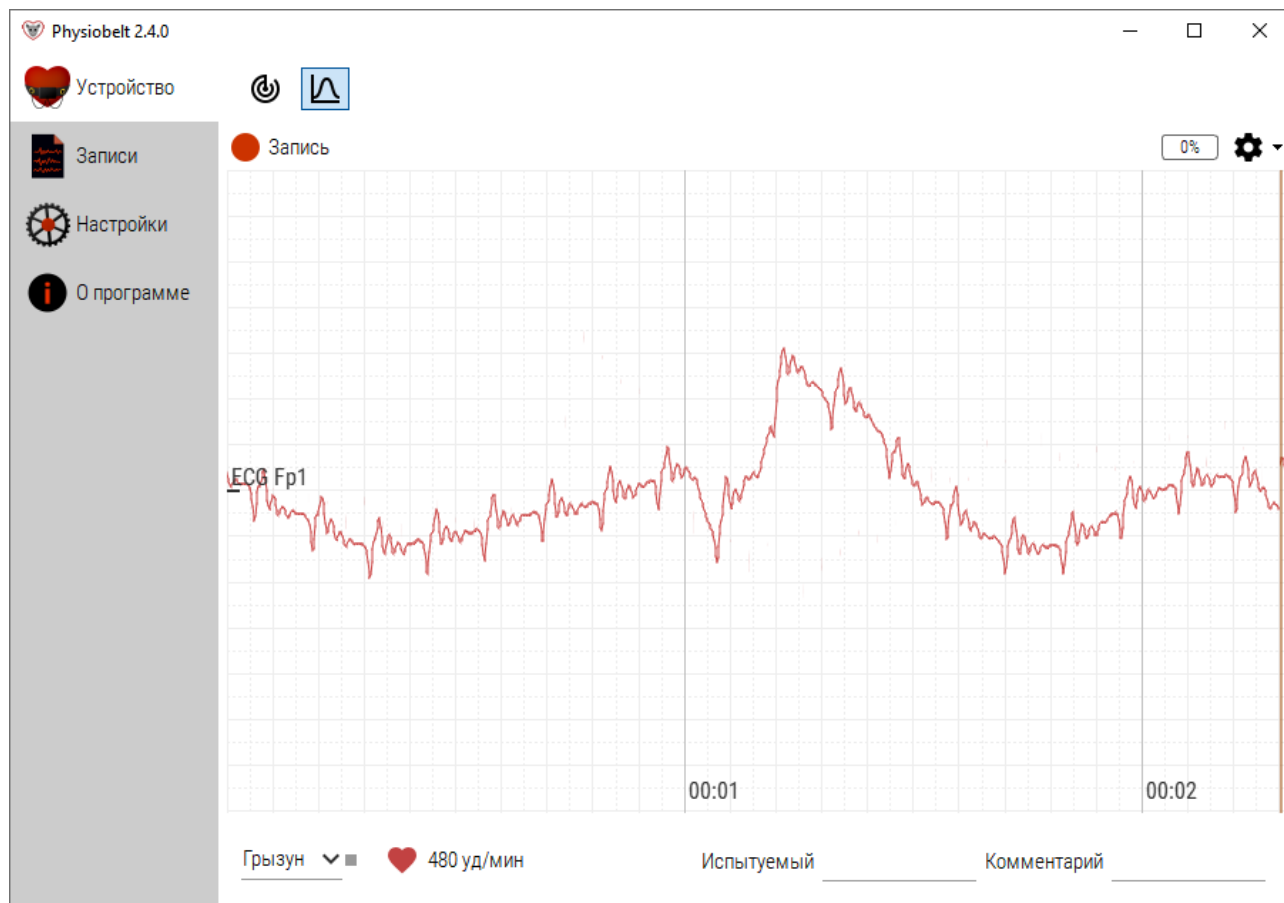
Для запуска устройства нажмите на его название.

Устройство можно отметить как «любимое», для этого нажмите на звезду около названия устройства. «Любимое» устройство запускается автоматически при старте программы, если оно было обнаружено.



5.3. Отображение данных с прибора, запись в EDF

После успешного подключения к устройству будет доступна панель отображения сигнала.



На верхней панели есть кнопка «Запись», по нажатию которой начинается запись данных в файл EDF.

Внизу отображается ЧСС (при наличии), шаблон ЭКГ («Крыса» или «Человек») и значения фильтров данных:

- *Фильтр низких частот (LPF – low-pass filter)* – плавно убирает частоты из сигнала ниже этого значения (рекомендуется значение не ниже 45 Гц, по умолчанию 20 Гц)
- *Фильтр высоких частот (HPF – high-pass filter)* – плавно убирает частоты из сигнала выше этого значения (рекомендуется значение не больше 0.5 Гц)

- Полосно-заграждающий фильтр (BSF – *band stop filter*) – убирает узкий диапазон частот из сигнала (рекомендуется использовать 50 Гц для редукации влияния сетевой наводки)

После изменения значений фильтров, нажмите на кнопку с галочкой для применения настроек.

Файлы сохраняются в папку:

■ **Документы/Neurobotics/Physiobelt/Records**

По умолчанию, в настройках выбрана опция «Запись сырых данных». Если эта опция включена, то дополнительно записывается файл BDF с исходными (сырыми) данными от прибора. Для этих данных при анализе можно осуществить пост-обработку – фильтрацию и масштабирование. Советуем оставить эту опцию включенной, чтобы иметь возможность более точно обработать запись.

5.4. Анализ записанных данных

На странице Записи необходимо выбрать EDF-файл, либо выбрав в списке файлов справа, либо нажав на кнопку с изображением файла и лупы. Анализ этого файла произойдёт автоматически.

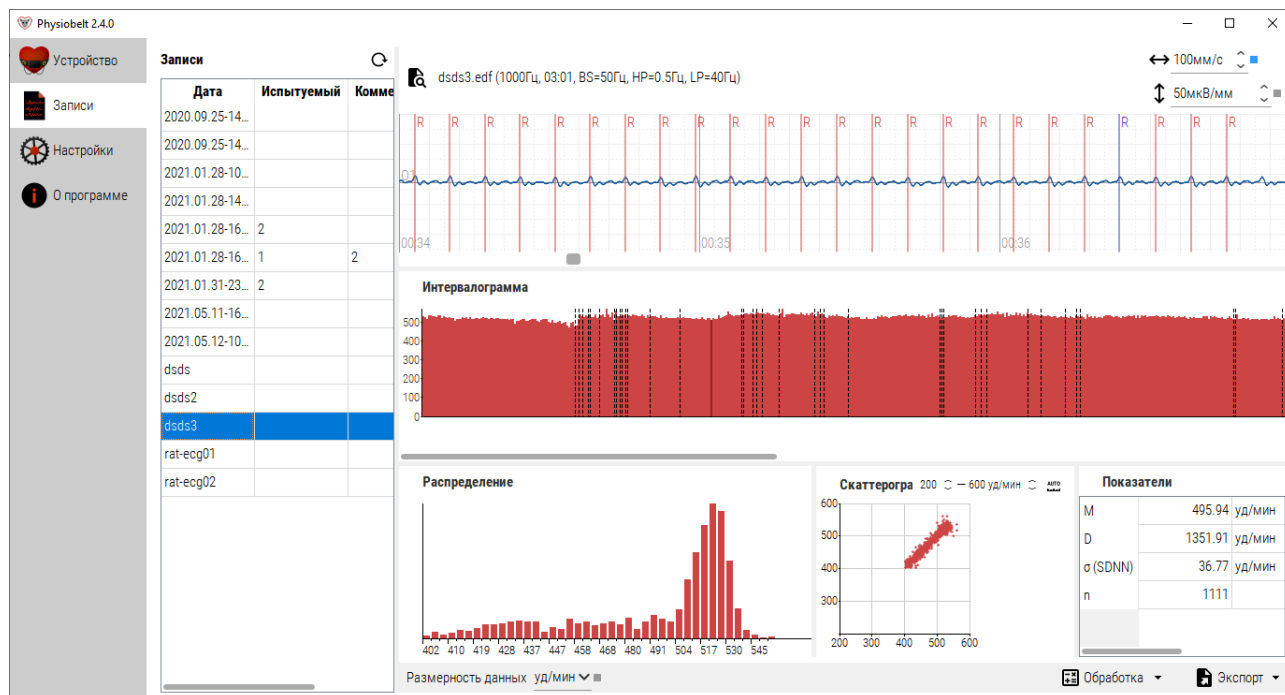


График отображает записанные данные и расставленные на R-пиках метки. Под графиком находятся:

- Кардиоинтервалограмма
- График распределения
- Рассчитанные показатели в табличном виде
- Скаттерограмма

Все рассчитанные данные возможно просмотреть в трёх видах размерности данных:

- Удары в минуту (уд/мин) – по умолчанию
- Герцы (Гц)
- Миллисекунды (мс)

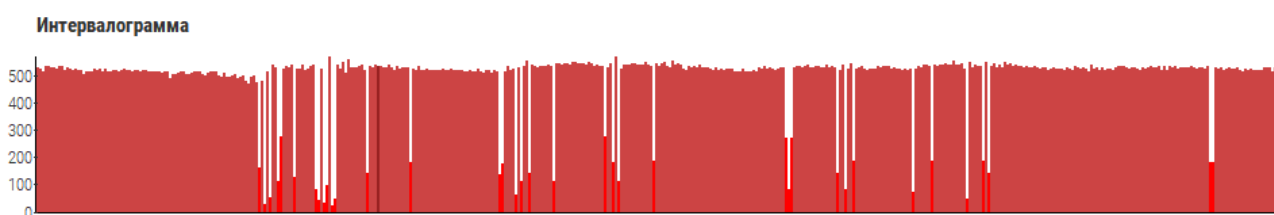
Переключатель размерности находится внизу страницы анализа данных.

Кардиоинтервалограмма

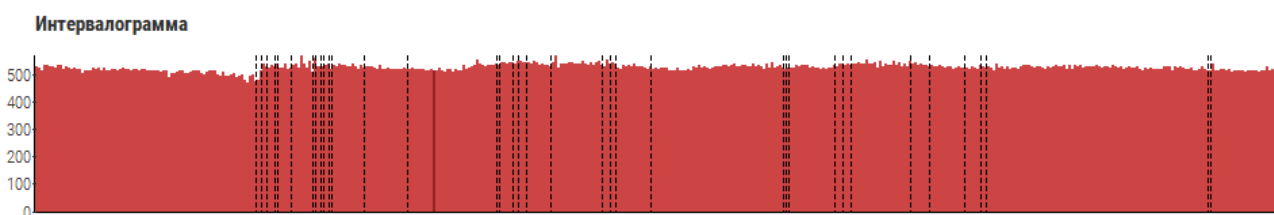
Метки R-пиков на графике и столбики R-R интервала синхронизированы, по нажатию на любой из них выбираются соответствующие друг другу метка R-пика и R-R интервала.

Интервалограмма отображать данные в следующих видах:

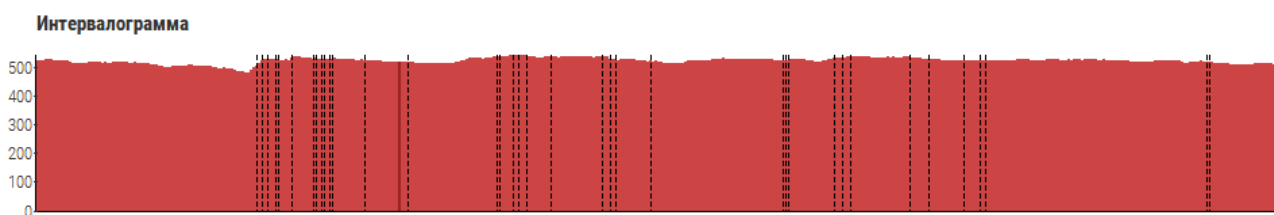
- **Исходные** (по умолчанию) – все значения R-R интервалов, которые алгоритм определил



- **Отфильтрованные** – устранены резкие выбросы

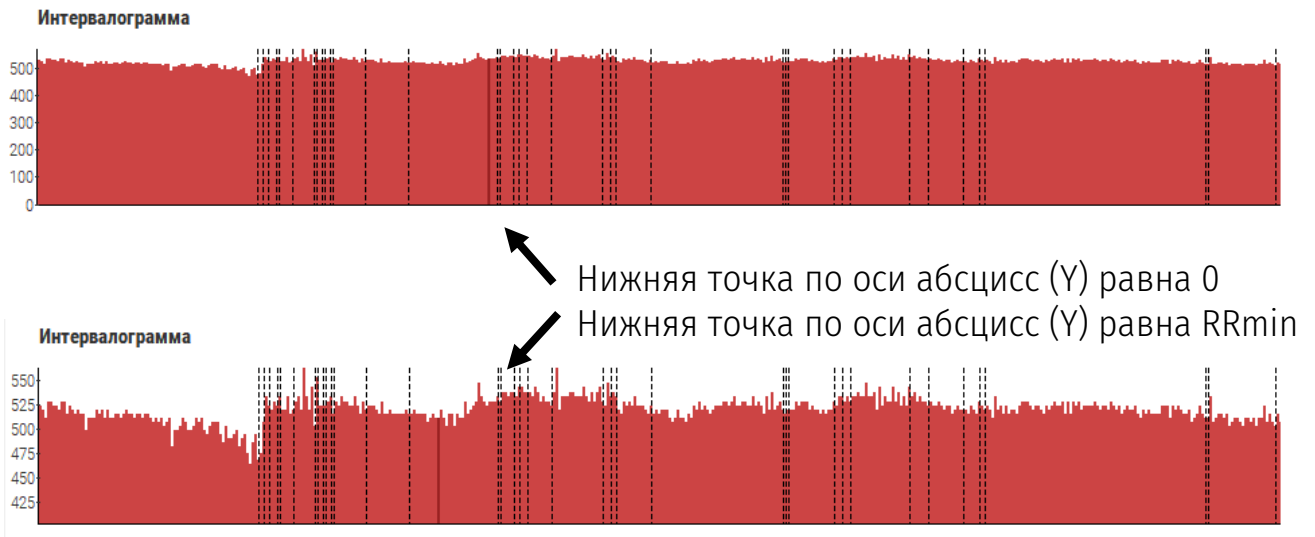


- **Отфильтрованные и сглаженные** после фильтрации R-R интервалы сглажены 5-точечным фильтром.



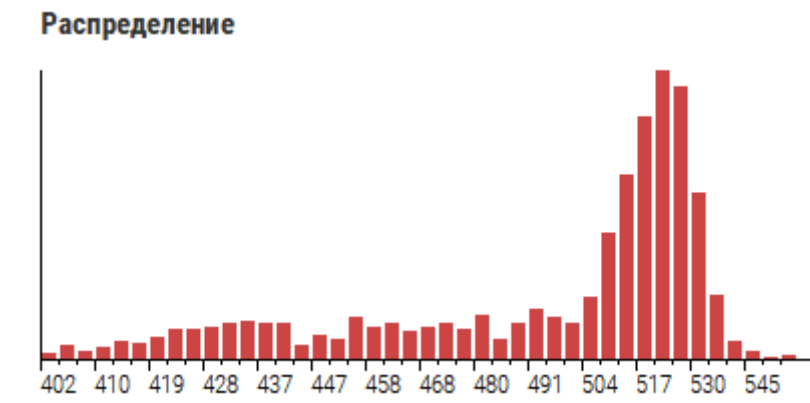
Для выбора вида R-R интервалов откройте меню, нажав правой кнопкой по кардиоинтервалограмме.

По умолчанию R-R интервалы отображаются от «0» (нуля). Чтобы резче увидеть изменчивость R-R интервалов – отключите пункт «Показывать R-R от 0» (в меню кардиоинтервалограммы). В этом виде нижняя точка графика равна RRmin и минимальное значение визуально вычитается из всех R-R интервалов.



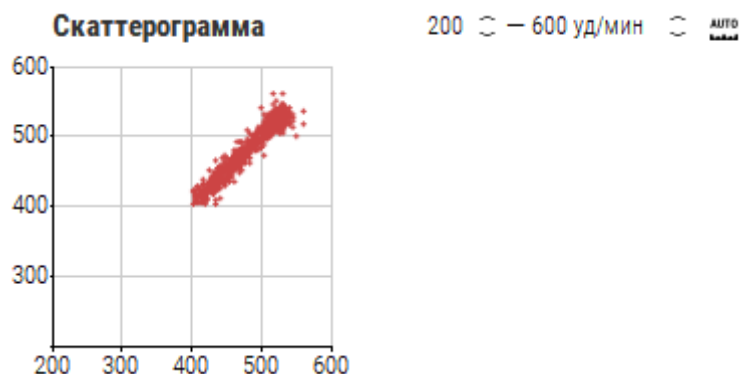
Распределение

Это представление считает количество RR-интервалов с одинаковым значением и отображает эти данные в виде столбиковой диаграммы.




Скаттерограмма

График Пуанкаре, где каждая точка задаётся координатами (RR_{i+1}, RR_i)



Масштаб задаётся:

- ручную
используйте поля ввода минимального и максимального значения
- автоматически
нажмите кнопку 

Показатели

Рассчитываются показатели среднего (M), дисперсии (D), среднеквадратического отклонения (стандартное отклонение, «сигма», $SDNN$)

M	495.94	уд/мин
D	1351.91	уд/мин
σ (SDNN)	36.77	уд/мин
n	1111	

5.5. Редактирование R-пиков

При редактировании возможно:

- **Добавить R-пик**

Нажмите на график правой кнопкой мыши и выберите в меню пункт «Добавить R-пик» или нажмите ALT на клавиатуре и нажмите левой кнопкой мыши на график в место расположения нового R-пика



- **Удалить R-пик**

Подведите курсор к метке R-пика на графике, нажмите правой кнопкой мыши и выберите пункт «Удалить R-пик»

- **Подвинуть R-пик**

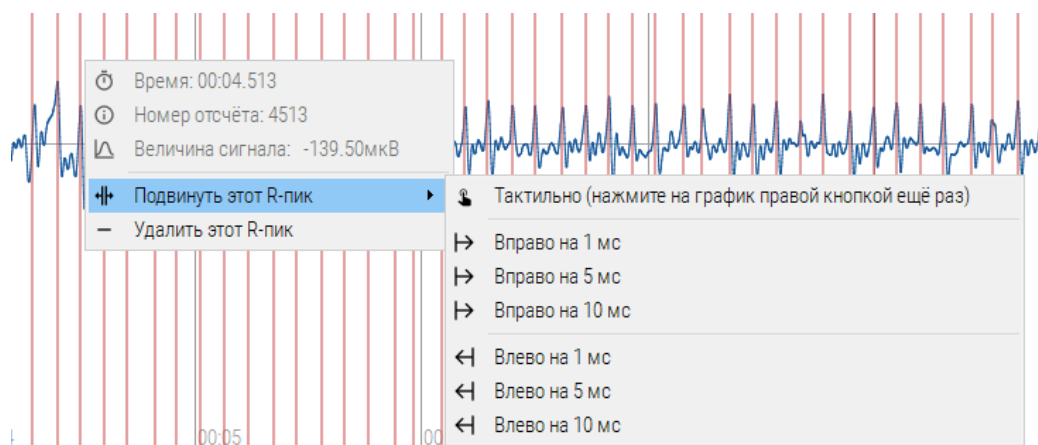
Подведите курсор к метке R-пика на графике, нажмите правой кнопкой мыши и выберите пункт «Подвинуть R-пик» и далее выберите пункт:

- **Тактильно**

После того как меню скроется, нажмите на график *правой кнопкой мыши ещё раз* и выбранный R-пик будет перенесён на новое место

- **На заданное количество миллисекунд (мс)**

Выберите в меню перемещение влево или вправо на 1/5/10 мс.



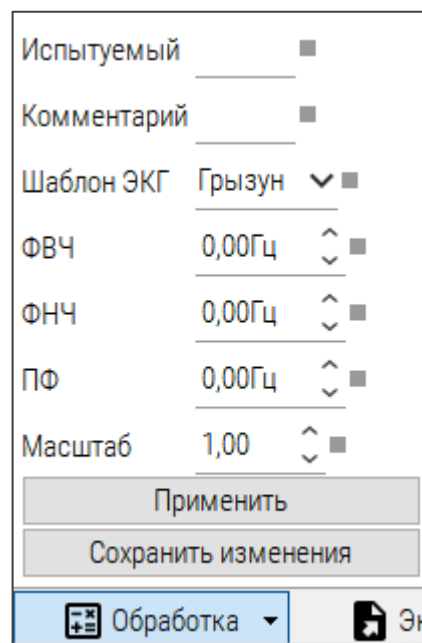
5.6. Обработка файла ЭКГ-записи

Для открытого файла данных (EDF или BDF) можно:

- дополнительно наложить фильтры (ФВЧ, ФНЧ, ПФ)
- масштабирование («-1» инвертирует сигнал)
- изменить шаблон ЭКГ

Для этого откройте меню «Обработка».

Введите необходимые коэффициенты и нажмите кнопку «Применить». На графике отобразится преобразованный сигнал, R-пики и интервалограмма будет перестроена.



Эти коэффициенты сохраняются отдельно для каждого файла, при этом исходный файл не изменяется. Для внесения изменений в исходный файл – нажмите «Сохранить изменения». При этом будет предложено *перезаписать исходный файл* (с безвозвратным изменением данных) и *сохранить как новый*.

5.7. Экспорт данных

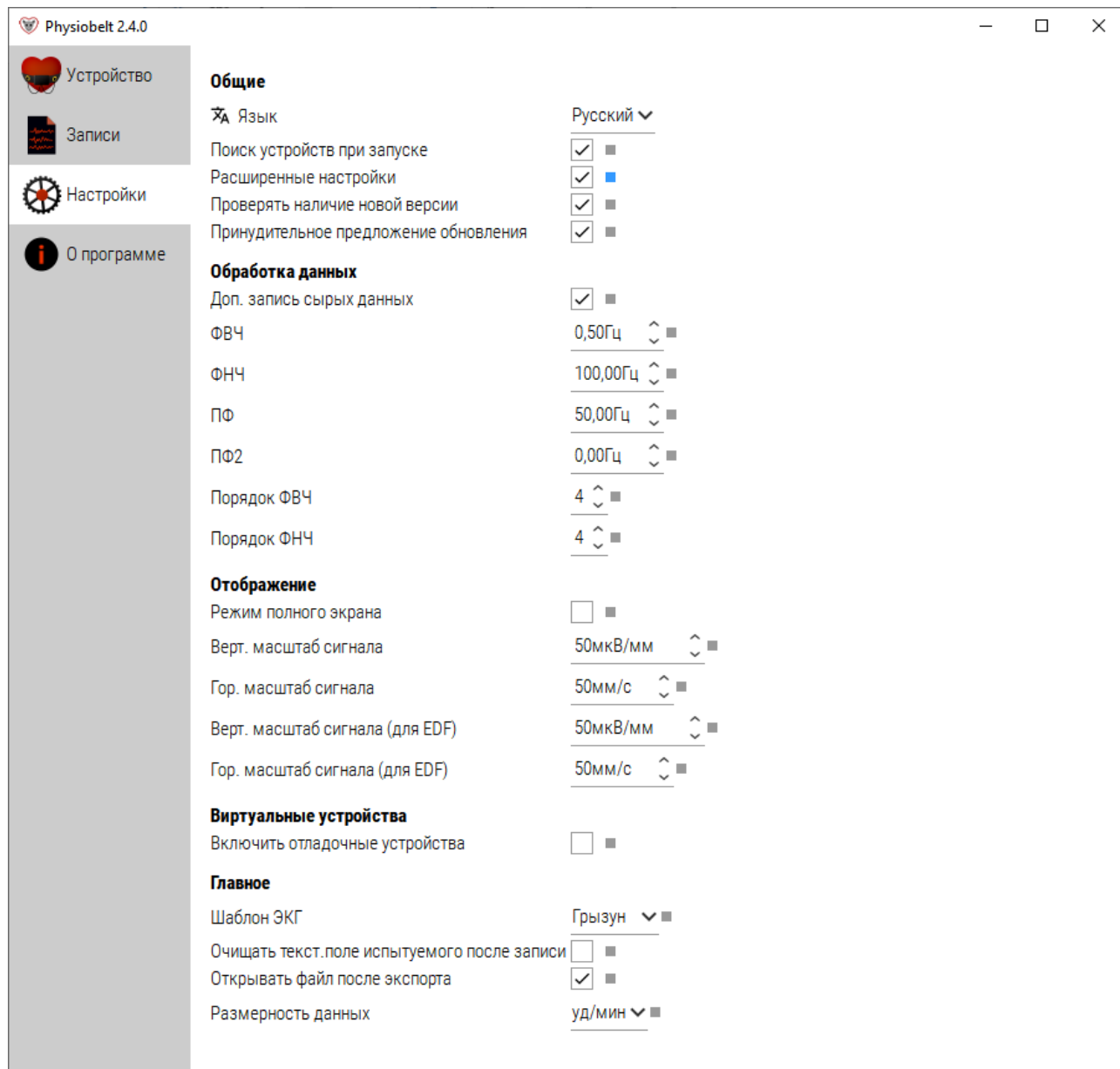
Для экспорта доступны (через меню кнопки «Экспорт»):

- R-R интервалы в виде таблицы (Excel)
- Сигнал ЭКГ в печатном виде в формате PDF

При экспорте в PDF горизонтальная и вертикальная развёртка берётся из текущих настроек на странице просмотра. Сигналы в PDF находятся в масштабе 1:1 («миллиметр в миллиметр»). Если при печати масштаб не соответствует ожидаемому (обычно в меньшую сторону) – это

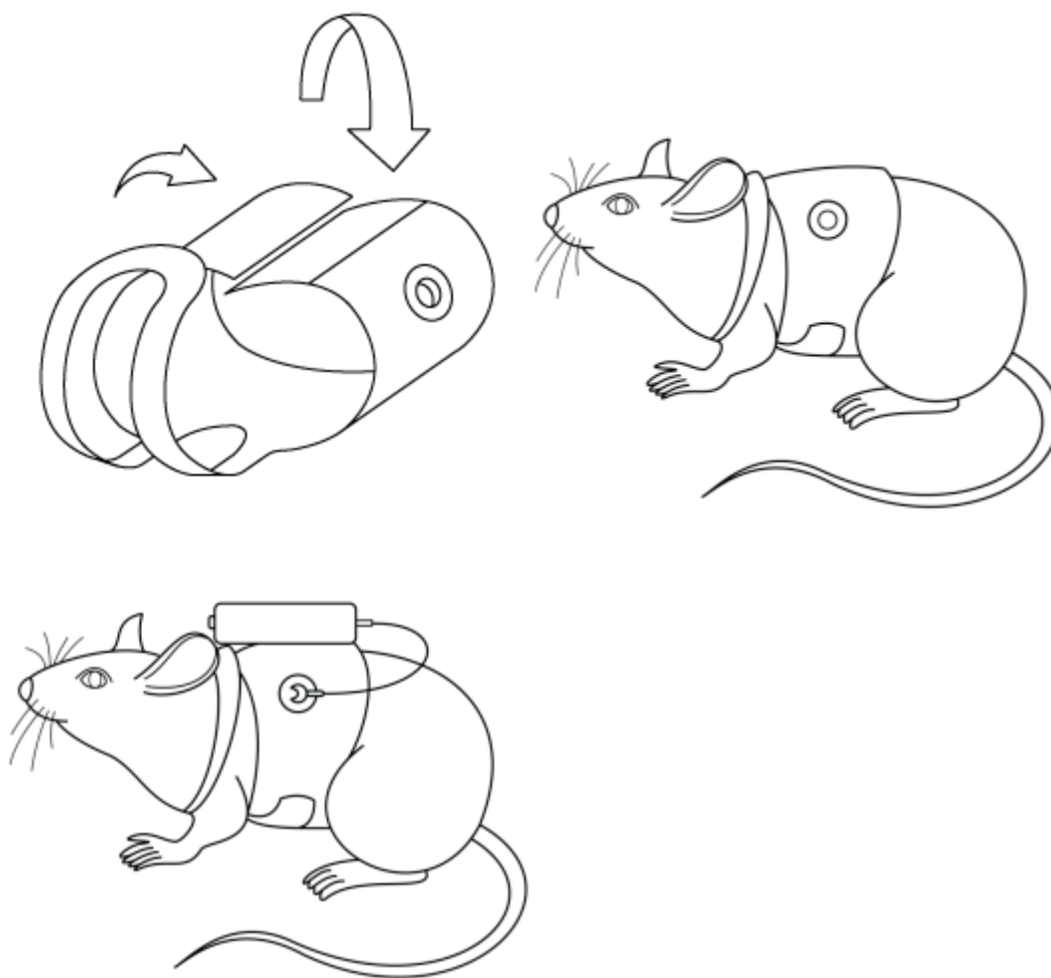
означает, что при печати принтер подогнал масштаб по странице. При печати используйте оригинальный масштаб.

5.8. Дополнительные настройки



6. Подготовка животного к эксперименту

1. Вставить электроды в отверстия на жилете.
2. Закрепить жилет на грызуне.
3. Прикрепить устройство «Физиобелт» при помощи липучки к жилету.
4. Наполнить отверстия электродов электропроводящим гелем при помощи шприца, избегая внесения избыточного количества геля, что может способствовать намоканию жилета и его скольжению по туловищу животного. Для улучшения позиции электродов на теле животного *рекомендуется подбрить шерсть* в районе контакта электродов с телом.
5. Убедиться в хорошем контакте электродов и датчика с кожей грызуна.



7. Уход за электродами и жилетами

1. По окончании эксперимента необходимо промыть электроды теплой водой, не используя губку или материалы с абразивными свойствами, чтобы не поцарапать поверхность электродов. После мытья промокнуть салфеткой или бумажным полотенцем.
Обязательно отключите электроды от прибора перед мытьём.
2. Если на жилете остались следы геля, его можно сполоснуть теплой водой и просушить.

8. Эксплуатация, транспортировка, хранение и утилизация изделия

Эксплуатационные ограничения

Не допускается эксплуатация изделия 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.

После хранения в холодном помещении и после транспортировки при отрицательных температурах перед включением, изделие должно прогреться при температуре не ниже 10°C в течение 24 часов в упакованном виде, чтобы избежать конденсации влаги внутри изделия.

Транспортирование

Изделие может 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. Условия транспортирования по ГОСТ 15150-69 для условий хранения 5.

Хранение

В течение гарантийного срока изделие должно храниться в транспортной упаковке предприятия-изготовителя на складах поставщика и

потребителя, кроме складов железнодорожных станций, должно производиться в условиях хранения 1 по ГОСТ 15150-69 - в закрытом помещении при температуре +5°С до +40°С и относительной влажностью 80% при температуре 25°С.

Утилизация

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

9. Техническое обслуживание

При техническом обслуживании изделия необходимо следовать требованиям безопасности настоящего руководства.

Работа по техническому обслуживанию изделия выполняются квалифицированным обслуживающим персоналом, изучившим правила и меры техники безопасности в соответствии с требованиями действующих стандартов и нормативных документов, а также ознакомленным с устройством изделия, принципом его действия и требованиями настоящего руководства.

Техническое обслуживание изделия проводится с целью предупреждения его отказов путём своевременного выполнения работ, обеспечивающих его работоспособность. Для поддержания изделия и его компонент в постоянной технической исправности и готовности к работе необходимо перед и после использования проводить техническое обслуживание в следующем объеме:

- Внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений усилителя, USB-кабеля, кабелей электродов и датчиков, маркировки, исправности разъемов
- Удаление пыли и влаги с внешних поверхностей
- Удаление остатков геля с электродов и датчиков
- Дезинфекция поверхности изделия, кабелей, электродов и датчиков (допускается использование стерилизаторов на основе спирта, альдегида, четвертичных аминов)
- Протирка контактов разъемов хлопчатобумажной тканью, смоченной слабым (менее 10%) спиртосодержащим раствором

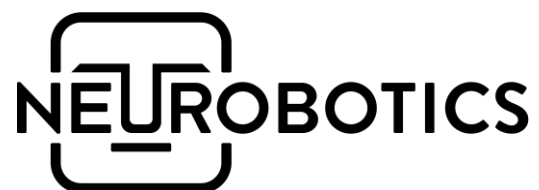
Неправильное и несвоевременное обслуживание может привести к повреждению изделия. Не используйте абразивные материалы и сильные дезинфицирующие растворы. Не стерилизуйте изделие.

Датчики, ЭКГ-электроды и гель относятся к расходным материалам. При их замене следует убедиться, что принадлежности сертифицированы, электроды соответствуют требованиям ГОСТ 25995-83, а токопроводящие пасты/гели/спреи предназначены для ЭКГ-обследований.

10. Типичные неисправности и их устранение

Ремонт и восстановление работоспособности изделия выполняются только на предприятии-изготовителе или в организации, уполномоченной предприятием-изготовителем. В таблице приведен перечень наиболее часто встречающихся неисправностей и способы их устранения. В случае если неисправность не устраняется, обратитесь к производителю.

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Нет подключения к прибору: на графике ничего не отображается, светодиод на устройстве не горит	1. Устройство разряжено	Зарядить устройство
	2. Неправильно вставлен электродный разъем	Убедитесь, что гребенка правильно вставлена в разъем, проводами наружу
Сильно зашумленный сигнал с устройства	1. Сильный электромагнитный шум в помещении	Переместить устройство в другое помещение
	2. Некорректная установка электродов	Убедиться в контакте электрода с кожей, добавить электропроводного геля
Сигнал ЭКГ хорошо виден, но R-R интервалы автоматически не регистрируются	Неправильно выбран шаблон ЭКГ	Выберите «Крыса» или «Человек» в нижней части окна приложения.



ООО «Нейроботикс»

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

+7 495 742-50-86

<https://neurobotics.ru>

<https://rat-house.ru>

