



RatStudio

Решение для мультимодальных исследований
физиологии и нейрофизиологии
лабораторных животных

Руководство пользователя

Москва, Зеленоград
v.1.0.1

Оглавление

Введение	2
Поддерживаемые устройства	3
Форматы данных	3
Интерфейс программы	4
Измерение ЭКГ и ВСР (Физиобелт)	5
Подготовка к проведению эксперимента	5
Подключение устройств и запись	6
Проведение эксперимента	7
База данных экспериментов с ЭКГ	8
Рассчитываемые показатели	9
Статистические показатели	9
Геометрические показатели	9
Спектральные (частотные) показатели	9
Спектральные диапазоны	9
Варианты отображения	10
Кардиоинтервалограмма	10
Редактирование R-пиков	11
Распределение	12
Скаттерограмма	12
Табличные показатели	12
Параметры файла ЭКГ	13
Отрезки (участки интервалограммы)	13

Введение

Программное обеспечение предназначено для мультипараметрического съёма и анализа биосигналов лабораторных животных (ЭКГ, ЭЭГ).

Одним из основных применений является измерение RR-интервалов ЭКГ свободно перемещающегося животного (далее «Физиобелт»):

- регистрация данные и сохранять их в формате EDF/BDF
- расчёт ЧСС (пульса) в реальном времени
- отображение и экспорт кардиоинтервалограммы, скаттерограммы, спектра и табличных статистических значений
- отображение и экспорт обобщенной статистики по нескольким выбранным экспериментам
- загрузка файлов EDF/BDF для просмотра и анализа ЭКГ в терминах вычисления RR-интервалов
- выделение на записи отдельных отрезков интервалограммы
- сохранение результатов анализа в текстовом, табличном (Excel) и графическом форматах

Области применения:

- тестирование фармацевтических препаратов
- обучение студентов на курсах физиологии человека и животных
- длительный мониторинг физиологических показателей
- ветеринария

Поддерживаемые устройства

Physiobelt	ЭКГ, 1 канал, 1000 Гц, Bluetooth
ECG-SENS	ЭКГ/пульс + акселерометрия, 1000 Гц, Bluetooth
Grid3xN	USB-модуль для соединения с Bluetooth устройствами
Kardi2	Универсальный биоусилитель, до 12 каналов, 250-8000 Гц, USB

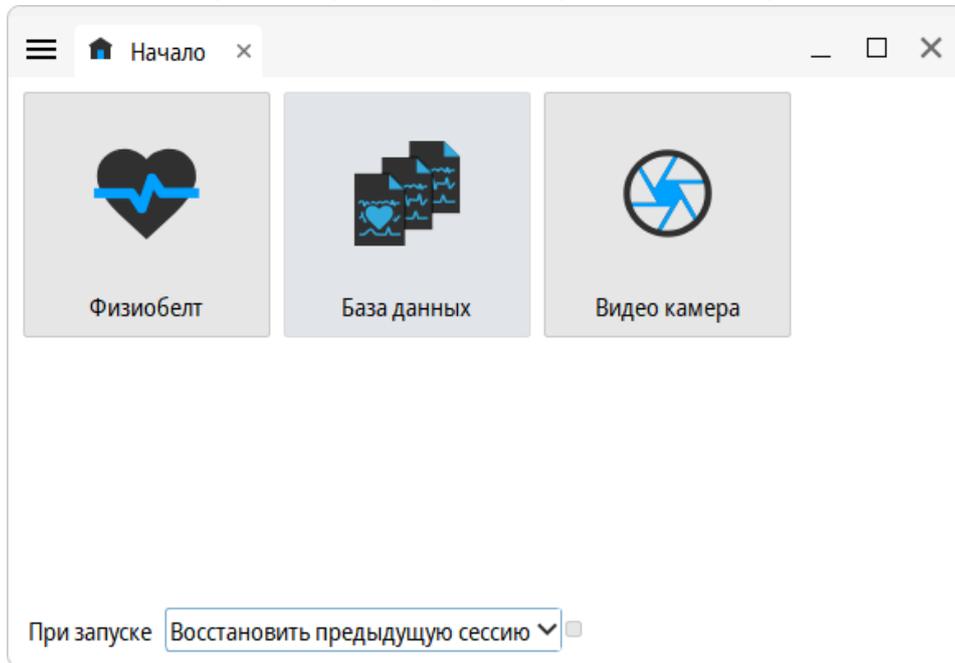
Форматы данных

Формат	Описание	Просмотр в виде текста	Просмотр в табличном редакторе
EDF	24-битный бинарный формат для записи биосигналов с фиксированной частотой дискретизации		
BDF	32-битный бинарный формат для записи биосигналов с фиксированной частотой дискретизации		
TDF	Текстовый формат записи биосигналов с фиксированной частотой дискретизации	✓	✓
XLSX	Табличный формат данных		✓
CSV	Упрощенный текстовый табличный формат	✓	✓
NPD	Текстовый табличный формат для хранения рассчитанных показателей биосигналов	✓	✓

Примеры табличных редакторов: Microsoft Excel, LibreOffice Calc, Google Spreadsheets.

Интерфейс программы

Программа организована в виде вкладок (табов), содержащих страницы. Может быть открыта только одна страница, производящая опрос устройств и/или камеры. Количество страниц просмотра эксперимента не ограничено.



Измерение ЭКГ и ВСР (Физиобелт)

Подготовка к проведению эксперимента

Для проведения эксперимента необходимо иметь:

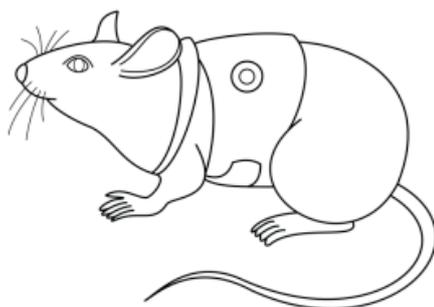
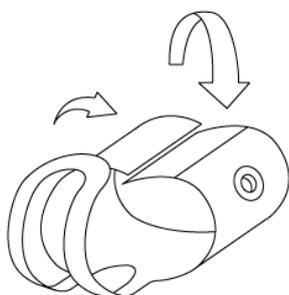
1. **заряженное устройство** Physiobelt
2. **компьютер** (с операционной системой Windows/Ubuntu/macOS)
3. установленное **ПО** RatStudio
4. **жилет** для животного
5. комплект **датчиков**
6. **электродный гель** для обеспечения контакта с кожей животного

Подготовка животного к эксперименту

1. **Закрепить жилет** на грызуне
2. **Вставить электроды** в отверстия на жилете
3. **Прикрепить устройство** «Физиобелт» при помощи липучки к жилету
4. **Наполнить отверстия электродов** электропроводящим **гелем** при помощи шприца.
Для улучшения позиции электродов на теле животного *рекомендуется подобрать шерсть* в районе контакта электродов с телом
5. **Убедиться в хорошем контакте** электродов и датчика с кожей грызуна

Рекомендации:

- Следует **избегать внесения избыточного количества геля**, что может способствовать намоканию жилета и его скольжению по туловищу животного.
- **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.



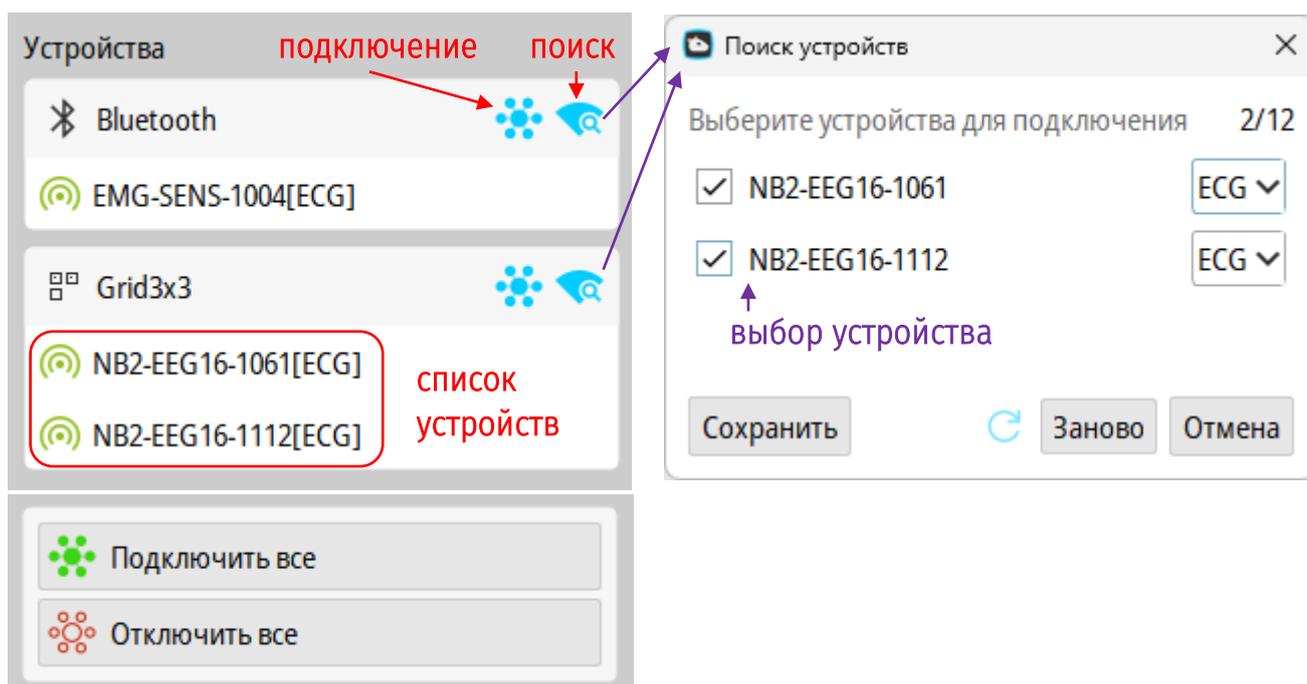
Подключение устройств и запись

Подключение к устройствам и запись осуществляется на странице «Физиобелт».

Программа позволяет подключаться к устройствам по Bluetooth через системный Bluetooth (встроенный или USB-адаптер) и посредством USB-модуля Grid.

В-целом, способ подключения устройств схож для любого вида Bluetooth-приёмников:

1. [Если не сделано ранее] Обнаружение устройств и запись их в список
2. Запуск обмена и получение данных



Поиск устройств и составление списка:

1. По нажатию кнопки поиска появится диалог выбора устройства
2. В этом диалоге выберите (галочкой) необходимые устройства, вариант опроса (ЭКГ) и нажмите «Сохранить»

Для подключения к устройствам и запуска съёма данных нажмите кнопку  подключения на панели приёмника или кнопку «Подключить все» в нижней части панели слева.

Для отключения устройств нажмите кнопку «Отключить все» в нижней части панели слева.

Проведение эксперимента

После успешного подключения к устройствам в основной части страницы будут отображены получаемые сигналы.



Для каждого отдельного графика доступно:

- Запуск и остановка записи
- Указание текстовых полей «Испытуемый» и «Коммент»
- Указание шаблона ЭКГ (если возможность разблокирована)
- Отображение пульса
- Изменение масштаба по вертикали (если возможность разблокирована)

На панели слева доступны операции:

- Установки общего шаблона ЭКГ
- Начала записи для всех устройств
- Остановки записи для всех устройств

На панели сверху доступно:

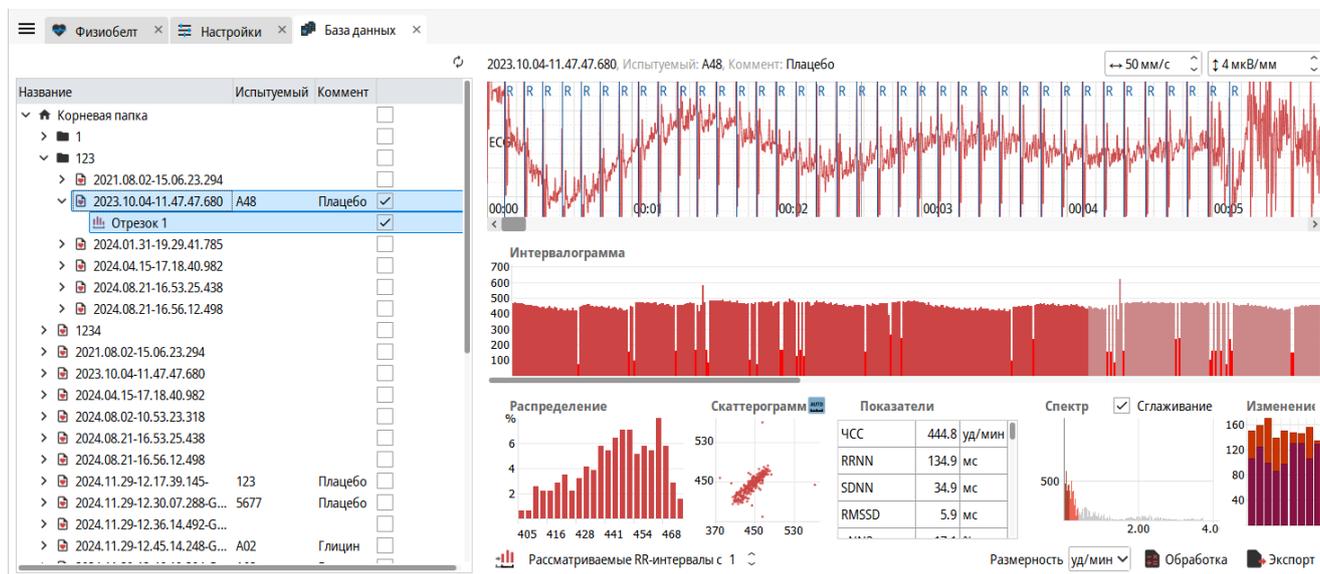
- Изменение отображения одного устройства на экране или всех сразу
- Изменение масштаба по горизонтали и вертикали

База данных экспериментов с ЭКГ

Записи экспериментов доступны на странице «База данных».

Страница разделена на панель выбора файлов и область просмотра.

- В случае выбора одного файла (одного отрезка) – отображается ЭКГ сигнал и другие графики (см. [Варианты отображения](#))



- В случае выбора нескольких файлов (нескольких отрезков) – отображается сводная таблица по всем статистическим показателям (см. [Рассчитываемые показатели](#)).

	ЧСС	RRNN	SDNN	RMSSD	pNN3	pNNS	pNN10	CV	Mo	AMo	Min	Max	BP	ИНгр	ИВР	ВГР
2023.10.04-11.47.47.680	447.96	133.94	40.79	6.39	16.72	5.02	3.01	30.45	129.00	25.00	126.00	148.00	22.00	28.23	1.14	0.00
2023.10.04-11.47.47.680	444.80	134.89	34.92	5.91	17.06	4.68	2.01	25.89	129.00	25.00	126.00	148.00	22.00	28.23	1.14	0.00
2024.11.29-17.33.47.166	300.73	199.51	29.79	5.46	1.78	1.78	1.78	14.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
М	397.83	156.12	35.17	5.92	11.85	3.82	2.26	23.76	86.00	16.67	84.00	98.67	14.67	18.82	0.76	0.00
D	7073.83	1412.83	30.30	0.22	76.18	3.18	0.43	63.65	5547.00	208.33	5292.00	7301.33	161.33	265.72	0.43	0.00
σ	84.11	37.59	5.50	0.46	8.73	1.78	0.66	7.98	74.48	14.43	72.75	85.45	12.70	16.30	0.66	0.00

Рассчитываемые показатели

Статистические показатели

- ЧСС – частота сердечных сокращений (удары в минуту)
- RRNN – средняя длительность RR-интервалов (мс)
- SDNN – стандартное отклонение величины нормальных RR-интервалов (мс)
- RMSSD – корень квадратный среднеквадратичных отклонений последовательных RR-интервалов (мс)
- pNN3 – процент RR-интервалов, отличающихся от предыдущего более чем на 3 мс
- pNN5 – процент RR-интервалов, отличающихся от предыдущего более чем на 5 мс
- pNN10 – процент RR-интервалов, отличающихся от предыдущего более чем на 10 мс
- CV – коэффициент вариации, нормированная оценка SDRR (%), $CV=SDNN/RRNN*100\%$

Геометрические показатели

- Мо – мода, диапазон значений наиболее часто встречающихся значений RR-интервалов (мс)
- АМо – амплитуда моды, число кардиосигналов соответствующих значению моды
- ВР – вариационный размах, разность между максимальным и минимальным значением RR-интервалов (мс)
- ИН – индекс напряжения (усл.ед.), $ИН_{гр} = k*АМо/(2*ВР*Мо)*() 1000$, $ИН_{чел}=АМо/2ВР*Мо$
- ИВР – индекс вегетативного равновесия, $ИВР=АМо/ВР$
- ВПР – вегетативный показатель ритма, $ВПР=1/Мо*ВР$
- ПАПР – показатель адаптации процессов регуляции, $ПАПР=АМо/Мо$

Спектральные (частотные) показатели

- TP – общая мощность спектра (мс²)
- HF – высокочастотный компонент спектра (мс²)
- LF – низкочастотный компонент спектра (мс²)
- VLF – очень низкочастотный компонент спектра (мс²)
- HF – высокочастотный компонент спектра от TP (%)
- LF – низкочастотный компонент спектра от TP (%)
- VLF – очень низкочастотный компонент спектра от TP (%)
- LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия
- IC – индекс централизации, $IC=(LF+VLF)/HF$

Спектральные диапазоны

В таблице приведены значения по умолчанию. Их можно изменить в настройках программы.

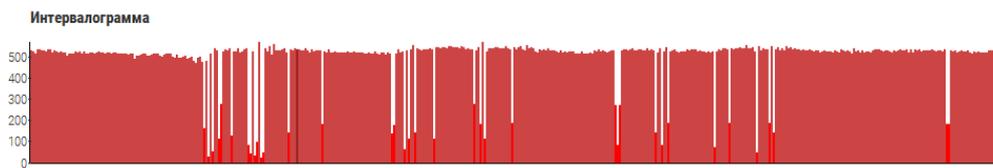
		Грызун	Человек
VLF	Очень низкие частоты	0,15 – 0,32 Гц	0,003 – 0,04 Гц
LF	Низкие частоты	0,32 – 0,9 Гц	0,04 – 0,15 Гц
HF	Высокие частоты	0,9 – 3,5 Гц	0,15 – 0,4 Гц
UHF	Очень высокие частоты	3,5 – 10 Гц	0,4 – 10 Гц
TP	Рассматриваемый интервал (VLF→HF)	0,15 – 3,5 Гц	0,003 – 0,4 Гц

Варианты отображения

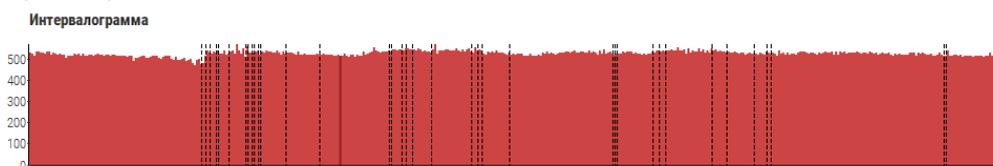
Кардиоинтервалограмма

Интервалограмма отображает данные в следующих видах:

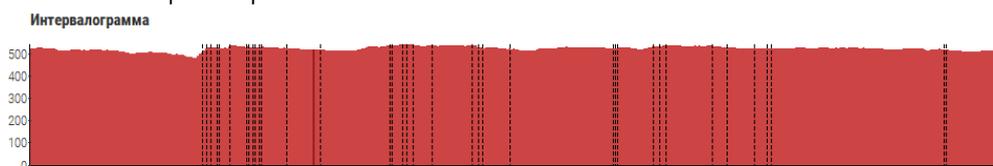
- **Исходные** (по умолчанию) – все значения RR-интервалов, включая артефакты. Артефакты обозначены ярко-красным цветом



- **Отфильтрованные** – устранены резкие выбросы, артефактные участки выделены пунктирной линией.



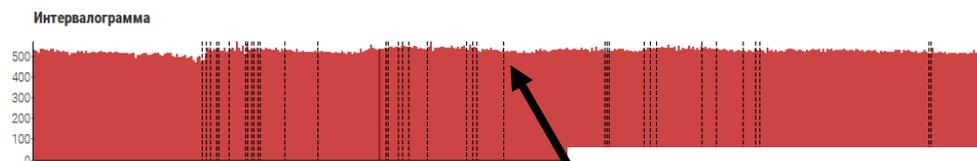
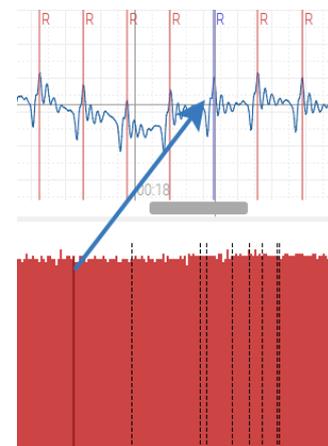
- **Отфильтрованные и сглаженные** после фильтрации RR-интервалы сглажены 5-точечным фильтром.



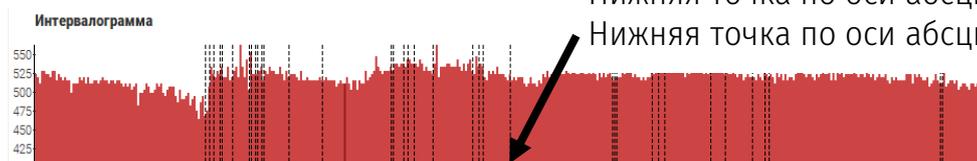
Для выбора вида RR-интервалов откройте меню, нажав правой кнопкой мыши по кардиоинтервалограмме.

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

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

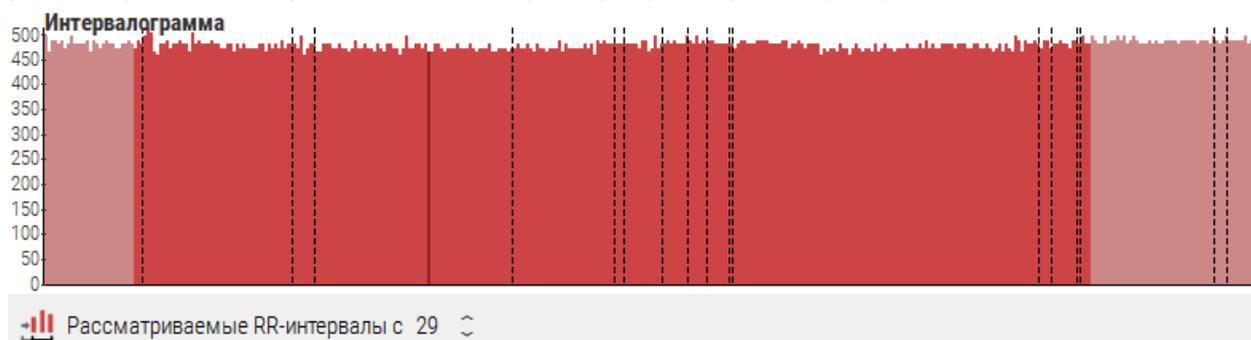


Нижняя точка по оси абсцисс (Y) равна 0



Нижняя точка по оси абсцисс (Y) равна RR_{min}

Рассматривается не более 300 интервалов. На записи, содержащей более 300 интервалов, рассматриваемый участок интервалограммы отображён интенсивно красным цветом, а не рассматриваемый – бледно-красным. Для смещения рассматриваемого участка используйте регулятор внизу экрана.

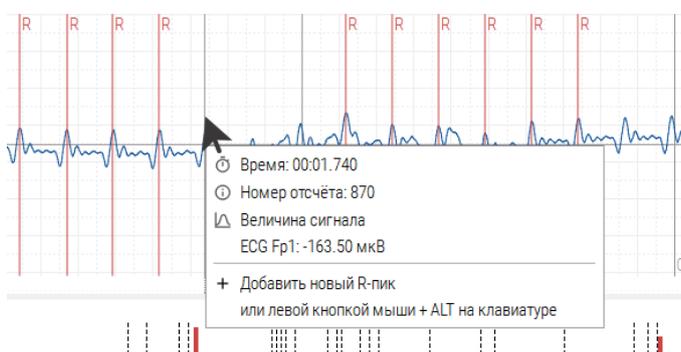


Редактирование R-пиков

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**

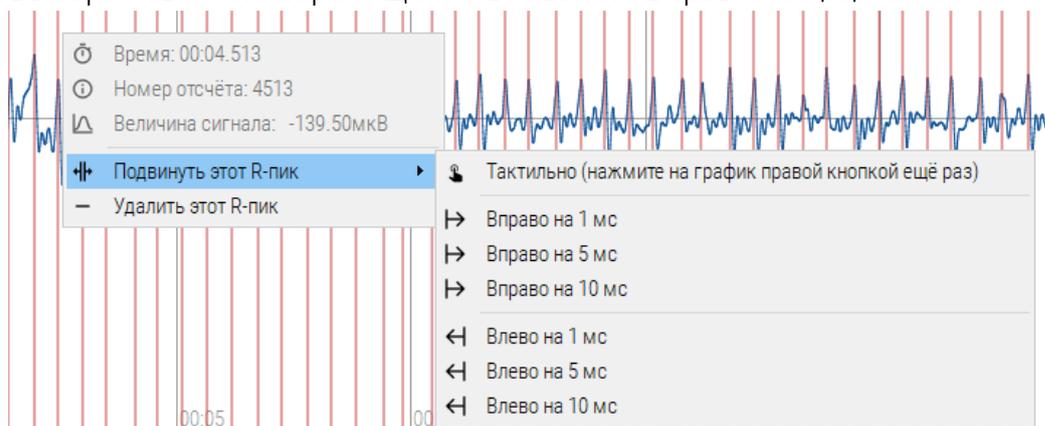
Подведите курсор к метке R-пика на графике, нажмите правой кнопкой мыши и выберите пункт «Подвинуть R-пик» и далее выберите пункт:

- **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)**

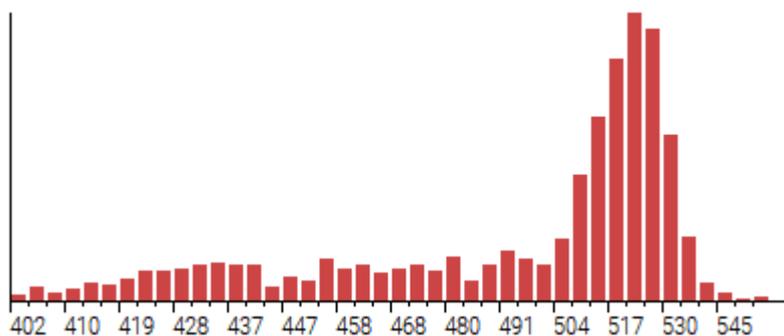
Выберите в меню перемещение влево или вправо на 1/5/10 мс.



Распределение

Это представление отображает расчёт количества RR-интервалов с одинаковым значением и выводит эти данные в виде столбиковой диаграммы.

Распределение



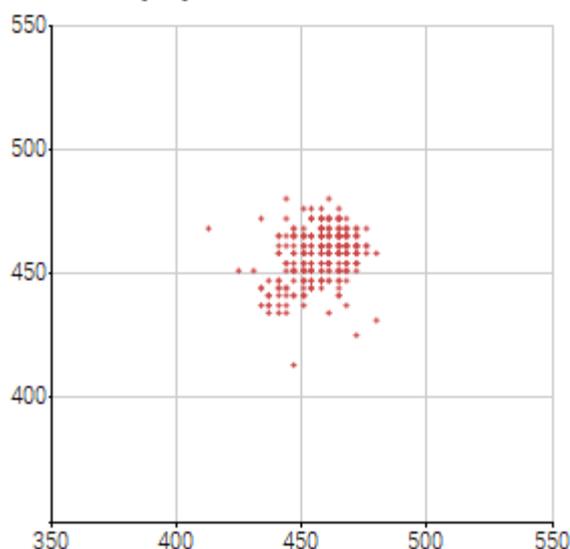
Скаттерограмма

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

Масштаб задаётся:

- *вручную*
используйте поля ввода минимального и максимального значения
- *автоматически*
нажмите кнопку 

Скаттерограмма 350 — 550 уд/мин AUTO



Табличные показатели

Отображаются статистические, геометрические и спектральные показатели для выбранного участка из 300 RR-интервалов.

Список показателей в разделе:

[Рассчитываемые показатели](#)

Показатели	
ЧСС	457.44 уд/мин
RRNN	131.16 мс
SDNN	8.46 мс
RMSSD	2.91 мс
pNN3	24.00 %
pNN5	8.00 %
pNN10	1.00 %
CV	6.45 %
TP	11714.29 мс ²
HF	500.70 мс ²

Параметры файла ЭКГ

Для открытого файла данных (EDF или BDF) можно в меню «Обработка»:

- задать поля «Испытуемый» и «Комментарий», которые отобразятся и в таблице справа
- изменить шаблон ЭКГ (Грызун/Человек)

Эти коэффициенты сохраняются отдельно для каждого файла, при этом исходный файл не изменяется.

Испытуемый: A48
Коммент: Плацебо
Шаблон ЭКГ: Грызун
Пересчитать
Обработка

Отрезки (участки интервалограммы)

Для каждой записи автоматически создаётся один отрезок интервалограммы. Отрезок – это участок интервалограммы из не более чем 300 RR-интервалов, обозначенный отступом от начала интервалограммы.

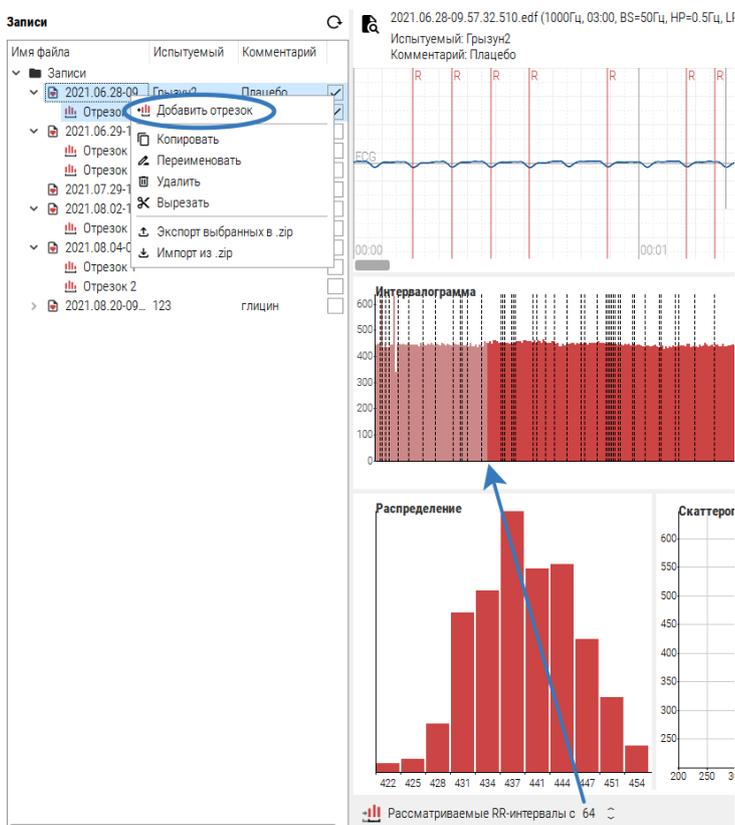
Применение:

1. Выбор наиболее качественного участка интервалограммы для анализа
2. Создание нескольких отрезков в одной длинной записи (например, «в начале», «через полчаса» и «через час»)

При наличии нескольких отрезков можно рассчитать их обобщённую статистику для одного файла. При выборе файла с более чем одним отрезком – в статистику попадают все отрезки.

Для создания нового отрезка вызовите выпадающее меню на файле (правой кнопкой мыши) и выберите «Добавить». Для удаления отрезка в аналогичном меню на удаляемом отрезке выберите «Удалить отрезок».

Отступ отрезка по интервалограмме регулируется внизу страницы в поле «Рассматриваемые RR-интервалы».



Список принятых сокращений и единиц измерений

Сокращения	
<i>BCP</i>	вариабельность сердечного ритма
<i>ПК</i>	персональный компьютер
<i>ЧСС</i>	частота сердечных сокращений
<i>ЭКГ</i>	электрокардиограмма
Математические понятия	
<i>M</i>	среднее значение
<i>D</i>	дисперсия
<i>СКО, σ</i>	среднеквадратичное отклонение
Единицы измерения	
<i>с</i>	секунда
<i>мс</i>	миллисекунда
<i>V</i>	вольт
<i>мВ</i>	милливольт
<i>мкВ</i>	микровольт
<i>Гц</i>	герц (раз в секунду)



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

+7 495 742-5086

info@neurobotics.ru

labstudio.ru

neurobotics.ru

