

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»

**К. И. Ексина**  
**С. А. Полевая**  
**С. Б. Парин**

ПРАКТИКУМ ПО  
МЕТОДУ Событийно-связанная телеметрия ритма сердца

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией ФСН  
для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки  
37.03.01 “Психология”,  
37.04.01 “Психология”,  
37.05.02 “Психология служебной деятельности”,  
37.06.01 “Психологические науки”,  
03.03.01 “Физиология”.

Нижегород  
2017

УДК 159.91  
ББК 88.9

Ексина К.И., Полевая С.А., Парин С.Б. ПРАКТИКУМ ПО МЕТОДУ СОБЫТИЙНО-СВЯЗАННАЯ ТЕЛЕМЕРТИЯ РИТМА СЕРДЦА: учебно-методическое пособие. – [электронный ресурс]

Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 26с.

Фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ

Рецензент: к.б.н., доцент **Орлов А.В.**

В данном учебно-методическом пособии рассматривается метод Событийно-связанной телеметрии ритма сердца. Основную часть содержания составляет теоретический материал по теме. Также в пособии приведены практические задания для лабораторной работы.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям: “ Психология , “ Психология служебной деятельности”, “Психологические науки”, “Физиология”, а также может быть использовано школьниками старших классов, занимающихся научной работой в рамках НОУ.

УДК 159.91  
ББК 88.9

© Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского, 2017  
© Ексина К.И., Полевая С.А., Парин С.Б.

## **Предисловие**

В данном учебно-методическом пособии представлено введение в метод Событийно-связанная телеметрия.

Технология мобильной событийно-связанной телеметрии ритма сердца позволяет регистрировать и анализировать сердечный ритм и является одним из современных научных и прикладных инструментальных методов. В пособии приводится теоретическая информация и обоснование метода, рассматриваются технические особенности современных программно-аппаратных комплексов для регистрации сердечного ритма, а также перечислены основные направления применения метода в работе и научных исследованиях.

В рамках данного практикума студенты получают навыки грамотной регистрации и оценки сердечного ритма, которые в дальнейшем помогут им в решении фундаментальных и прикладных задач. Практические задания для лабораторной работы были составлены авторами.

# Оглавление

<b>Аннотация .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Теоретический материал.....</b>	<b>6</b>
1.1. Телеметрия и беспроводная регистрация сердечного ритма .....	6
1.2. Методы обработки данных по вариабельности сердечного ритма .....	7
1.3. Оценка результатов анализа ВСР.....	11
<b>2. Лабораторная работа.....</b>	<b>14</b>
2.1. Цель и задачи .....	14
2.2. Оборудование .....	14
2.3. Ход работы .....	14
2.3.1. Инструкция по использованию технологии мобильной событийно-связанной телеметрии ритма сердца .....	14
2.3.2. Измерение сенсомоторной активности на базе платформы Arway .....	19
2.3.3. Результаты и их обработка.....	22
2.4. Структура отчета .....	29
<b>Ход работы .....</b>	<b>29</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>30</b>
<b>Приложение 1 "Пример отчета ССТРС"....</b>	<b>31</b>

## **Аннотация**

Данные методические рекомендации позволяют студентам овладеть инструментальными методами психофизиологического исследования, уметь давать грамотную оценку психофизиологическим показателям, которые в дальнейшем помогут им в решении фундаментальных и прикладных задач психофизиологии.

**Цель:** Получить практические навыки работы с технологией мобильной событийно-связанной телеметрии ритма сердца.

### **Задачи:**

- 1) Освоить теоретический материал по теме работы:
  - а. Понятие телеметрии и беспроводной регистрации сердечного ритма;
  - б. Методы обработки данных по вариабельности сердечного ритма;
  - с. Метод измерения сенсомоторной активности на базе платформы Arway;
- 2) Освоить инструкцию по использованию технологии мобильной событийно-связанной телеметрии ритма сердца;
- 3) Провести исследование на одном испытуемом;
- 4) Провести обработку полученных данных и интерпретировать результаты.

**Методы:** технология мобильной событийно-связанной телеметрии ритма сердца.

## 1. Теоретический материал

### 1.1. Телеметрия и беспроводная регистрация сердечного ритма

Для телеметрии сердечного ритма была разработана беспроводная сенсорная сеть, состоящая из трех модулей. Специализированная сенсорная платформа - Bluetooth Heart Rate / Speed & Distance Monitor (НхМ, Zephyr Technology), объединяющая микропроцессор, блок приема-передачи радиосигналов и маломощные миниатюрных датчики ЭКГ, ускорения и расстояния. Сенсорная платформа размерами 65x32 мм весит 17 грамм. Конструкция сенсорной платформы обеспечивает надежную фиксацию датчиков на теле человека. Передача данных на Smartphone или персональный компьютер организована по каналу Bluetooth SPP -2,4 ГГц. Пакеты необработанных данных передаются с интервалом 1 с. Без подзарядки устройство работает 26 часов. Предельное расстояние передачи сигнала до накопителя-ретранслятора – 10 м. Для временного накопления и предобработки данных использовано персональное мобильное устройство связи SmartPhone с операционной системой Android или персональный компьютер с операционной системой Microsoft Windows XP. Далее данные передаются в сеть Internet через каналы GSM на специализированный сервер системы (Рис. 1). Топология сенсорной сети по типу "звезда" обеспечивает экономию аппаратных ресурсов при коллективном мониторинге.



Рис. 1. Схема беспроводной регистрации кардиосигнала

Таким образом, существенно снимаются пространственные ограничения и обеспечивается возможность для диагностики функционального состояния человека в условиях удаленного доступа. Программа «Stress monitor» предназначена для измерения и отображения ритмограмм ( график: по оси x – время с момента начала измерения, по оси y - RR-интервалы (мс)). Она обеспечивает поиск и подключение к беспроводным датчикам; прием данных с датчиков; вычисление показателей вегетативной регуляции; детектирование острых стрессов; накопление и передачу данных на специализированный Интернет-сервис (cogni-nn.ru).

## 1.2. Методы обработки данных по вариабельности сердечного ритма.

*а) Статистические методы:* методы применяются для непосредственной количественной оценки ВРС в исследуемый промежуток времени. При их использовании кардиоинтервалограмма рассматривается как совокупность последовательных временных промежутков – интервалов RR. Статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов включают: **SDNN, RMSSD, PNN50, CV.**

**SDNN** или **СКО** – суммарный показатель вариабельности величин интервалов RR за весь рассматриваемый период (**NN** – означает ряд нормальных интервалов «normal to normal» с исключением экстрасистол);

**СКО** – среднее квадратическое отклонение (выражается в мс);

**СКО** – среднее квадратическое отклонение (выражается в мс);

**SDNN** – стандартное отклонение **NN** интервалов (аналог СКО);

**SDANN** – стандартное отклонение средних значений **SDNN** из 5 минутных сегментов для записей средней длительности, многочасовых или 24-х часовых записей. Подобным же образом могут обозначаться и стандартные отклонения средних значений других показателей;

**RMSSD** – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов **NN** (нормальных интервалов RR);

**NN50** – количество пар последовательных интервалов **NN**, различающихся более, чем на 50 миллисекунд, полученное за весь период записи;

**PNN50 (%)** – процент **NN50** от общего количества последовательных пар интервалов, различающихся более, чем на 50 миллисекунд, полученное за весь период записи;

**CV** – коэффициент вариации. Он удобен для практического использования, так как представляет собой нормированную оценку **СКО**;

$CV = \text{СКО} / M * 100$ , где **M** – среднее значение интервалов RR.

*Геометрические методы (вариационная пульсометрия:* на основании полученных данных строится вариационная кривая (кривая распределения кардиоинтервалов – гистограмма) и определяются ее основные характеристики: **Mo** (Мода), **Амо** (амплитуда моды), **МхDMn** (вариационный размах). Мода – это наиболее часто встречающееся в данном динамическом ряде значение кардиоинтервала. **Амо** – (амплитуда моды) – это число

кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, в % к объему выборки. Вариационный размах ( $MxDMn$ ) отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряду. Он вычисляется по разности максимального ( $Mx$ ) и минимального ( $Mn$ ) значений кардиоинтервалов и поэтому при аритмиях или артефактах может быть искажен. При построении гистограмм (или вариационных пульсограмм) первостепенное значение имеет выбор способа группировки данных. В многолетней практике сложился традиционный подход к группировке кардиоинтервалов в диапазоне от 400 до 1300 мс. с интервалом в 50 мс (рис. 1). Таким образом, выделяются 20 фиксированных диапазонов длительностей кардиоинтервалов, что позволяет сравнивать вариационные пульсограммы, полученные разными исследователями на разных группах исследований. При этом объем выборки, в которой производится группировка и построение вариационной пульсограммы, также стандартный – 5 минут.

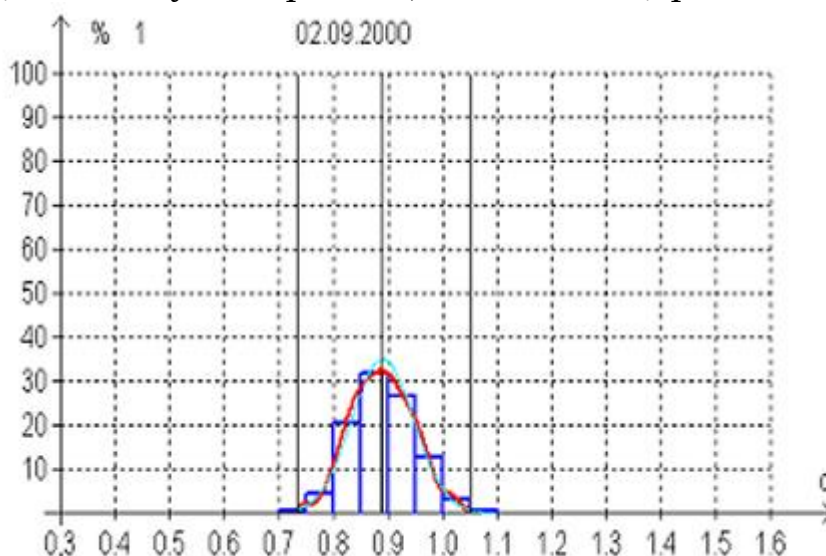


Рис. 1 Вариационная пульсограмма при нормокардии

По данным вариационной пульсометрии вычисляется широко распространенный в России индекс напряжения регуляторных систем или стресс-индекс.

$$И_{Н} = AMo/2Mo * MxDMn.$$

**б) Корреляционная ритмография – скатерография:**

сущность метода корреляционной ритмографии заключается в графическом отображении последовательных пар кардиоинтервалов (предыдущего и последующего) в двумерной координатной плоскости. По оси абсцисс откладывается величина  $R-R_n$ , а по оси ординат – величина  $R-R_{n+1}$ . График и область точек, полученных таким образом, называется корреляционной ритмограммой или скаттерограммой (scatter-рассеивание). При построении



скаттерограммы образуется совокупность точек, центр которых располагается на биссектрисе. Расстояние от центра до начала осей координат соответствует наиболее ожидаемой длительности сердечного цикла ( $M_0$ ). Величина отклонения точки от биссектрисы влево показывает, насколько данный сердечный цикл короче предыдущего, вправо от биссектрисы – насколько он длиннее предыдущего. Предлагается вычислять следующие показатели скаттерограммы:

1. Длина основного (без экстрасистол и артефактов) «облака» (длинная ось эллипса –  $L$ ) соответствует вариационному размаху. По физиологическому смыслу этот показатель не отличается от  $SDNN$ , то есть отражает суммарный эффект регуляции ВСР, но указывает на максимальную амплитуду колебаний длительности интервалов R-R;

2. Ширина скаттерограммы (перпендикуляр к длинной оси, проведенный через ее середину –  $w$ );

3. Площадь скаттерограммы вычисляется по формуле площади эллипса:

$$S = (\pi L w) / 4.$$

Нормальная форма скаттерограммы представляет собой эллипс, вытянутый вдоль биссектрисы. Именно такое расположение эллипса означает, что к дыхательной прибавлена некоторая величина недыхательной аритмии. Форма скаттерограммы в виде круга означает отсутствие недыхательных компонентов аритмии. Узкий овал (см. рис. 2) соответствует преобладанию недыхательных компонентов в общей вариабельности ритма, которая определяется длиной «облака» (скаттерограммы).

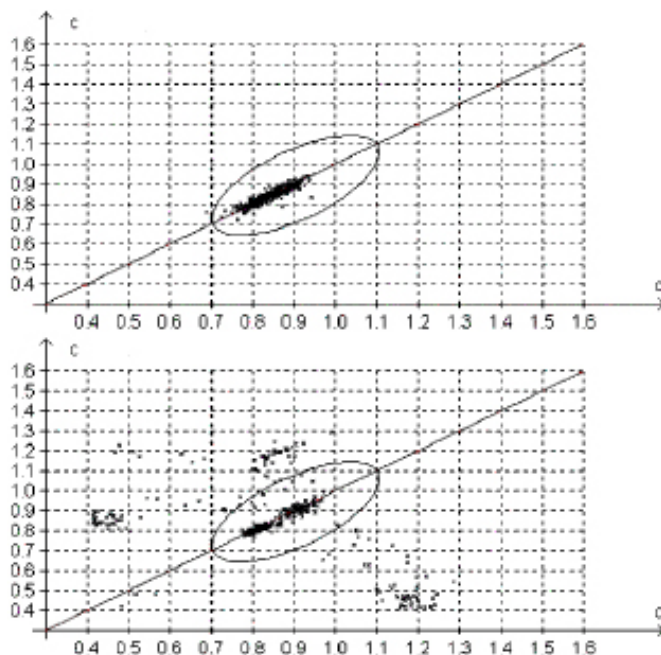


Рис. 2 Образцы корреляционных ритмограмм (КРГ) - скатерограмм, сверху - нормальная КРГ, внизу - у пациента с аритмией.

Длина овала хорошо коррелировала с величиной HF, а ширина с LF (см. ниже). При аритмиях, когда методы статистического и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма малоинформативны или неприемлемы, целесообразно использовать оценку корреляционной ритмограмм.

**в) Спектральные методы анализа ВСР:** применение спектрального анализа позволяет количественно оценить различные частотные составляющие колебаний ритма сердца и наглядно графически представить соотношения разных компонентов СР, отражающих активность определенных звеньев вегетативной нервной системы. При спектральном анализе ВСР важное значение имеет объем анализируемой выборки. При коротких записях (5 минут) выделяют три главных спектральных компоненты. Эти компоненты соответствуют диапазонам дыхательных волн и медленных волн 1-го и 2-го порядка (см. рис. 3)

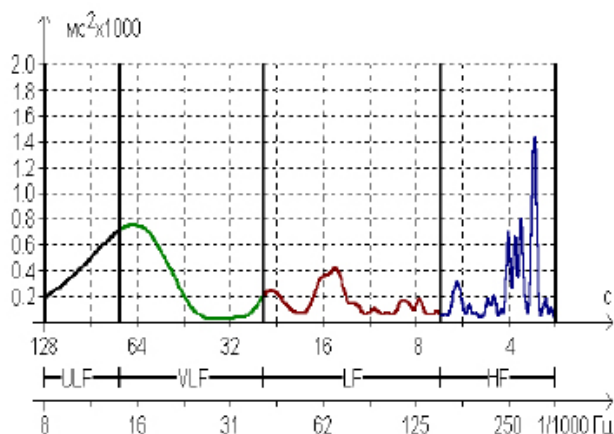


Рис. 3 Спектрограмма вариабельности сердечного ритма

В западной литературе соответствующие спектральные компоненты получили названия высокочастотных (**High Frequency – HF**), низкочастотных (**Low Frequency – LF**) и очень низкочастотных (**Very Low Frequency – VLF**). По евроамериканским рекомендациям (1996) предлагаются следующие диапазоны частот: высокочастотный диапазон (дыхательные волны) – **0,4–0,15 Гц (2,5–6,5 сек)**; низкочастотный диапазон (медленные волны 1-го порядка) – **0,15–0,04 Гц (6,5–25 сек)**; очень низкочастотный диапазон (медленные волны 2-го порядка) – **0,04 – 0,003 Гц (25 – 333 сек)**.

При спектральном анализе обычно для каждого из компонентов вычисляют абсолютную суммарную мощность в диапазоне, среднюю мощность в диапазоне, значение максимальной гармоники и относительное значение в процентах от суммарной мощности во всех диапазонах (**Total Power-TP**). При этом TP определяется как сумма мощностей в диапазонах HF, LF и VLF. По данным спектрального анализа сердечного ритма вычисляются следующие показатели: индекс централизации – ИЦ (**Index of centralization, IC=(HF+LF)/VLF**) и индекс вагосимпатического взаимодействия **LF/HF**.

### 1.3. Оценка результатов анализа ВСР

#### а) Показатели статистического анализа

**Среднее квадратичное отклонение (СКО, SD).** Вычисление СКО является наиболее простой процедурой статистического анализа ВСР. Значения СКО выражаются в миллисекундах (мс). Нормальные значения СКО находятся в пределах 40—80 мс. Уменьшение СКО связано с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура. Резкое снижение СКО обусловлено значительным напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются

высшие уровни управления, что ведет к почти полному подавлению активности автономного контура.

**RMSSD** - показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции. Этот показатель вычисляется по динамическому ряду разностей значений последовательных пар кардиоинтервалов и не содержит медленноволновых составляющих СР. Он отражает активность автономного контура регуляции. Чем выше значение RMSSD, тем активнее звено парасимпатической регуляции. В норме значения этого показателя находятся в пределах 20-50 мс. Аналогичную информацию можно получить по показателю **pNN50**, который выражает в % число разностных значений больше чем 50 мс.

**Индекс напряжения регуляторных систем (ИН)** характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции. Этот показатель вычисляется на основании анализа графика распределения кардиоинтервалов-вариационной пульсограммы. Активация центрального контура, усиление симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок проявляется стабилизацией ритма, уменьшением разброса длительностей кардиоинтервалов, увеличением количества однотипных по длительности интервалов (рост АМо). Форма гистограмм изменяется, происходит их сужение с одновременным ростом высоты.

Количественно это может быть выражено отношением высоты гистограммы к ее ширине (см. выше). В норме ИН колеблется в пределах 80-150 условных единиц. Этот показатель чрезвычайно чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы. Небольшая нагрузка (физическая или эмоциональная) увеличивает ИН в 1,5-2 раза. При значительных нагрузках он растет в 5-10 раз.

### ***б) Показатели спектрального анализа (частотный анализ)***

**Мощность высокочастотной составляющей спектра (дыхательные волны).** Активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, как одного из компонентов вегетативного баланса, можно оценить по степени торможения активности автономного контура регуляции, за который ответственен парасимпатический отдел. Вагусная активность является основной составляющей ВЧ компонента. Это хорошо отражается показателем мощности дыхательных волн СР в абсолютных цифрах и в виде относительной величины (в % от суммарной мощности спектра). Обычно дыхательная составляющая (HF) составляет 15-25% суммарной мощности спектра. Снижение

этой доли до 8-10% указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела. Если же величина HF падает ниже 2-3% то можно говорить о резком преобладании симпатической активности. В этом случае существенно уменьшаются также показатели RMSSD и pNN50.

**Мощность низкочастотной составляющей спектра (медленные волны 1-го порядка или вазомоторные волны).** Этот показатель (LF) характеризует состояние симпатического отдела вегетативной нервной системы, в частности, системы регуляции сосудистого тонуса. В норме чувствительные рецепторы синокаротидной зоны воспринимают изменения величины артериального давления и афферентная нервная импульсация поступает в сосудодвигательный (вазомоторный) центр продолговатого мозга. Здесь осуществляется афферентный синтез (обработка и анализ поступающей информации) и в сосудистую систему поступают сигналы управления (эфферентная нервная импульсация). Этот процесс контроля сосудистого тонуса с обратной связью на гладкомышечные волокна сосудов осуществляется вазомоторным центром постоянно. Время, необходимое вазомоторному центру на операции приема, обработки и передачи информации колеблется от 7 до 20 сек.; обычно оно равно 10 -12 сек. Поэтому в ритме сердца можно обнаружить волны с частотой близкой к 0,1 Гц (10 с), которые получили название вазомоторных. Обычно в норме процентная доля вазомоторных волн в положении «лежа» составляет от 15 до 35-40%.

**Мощность «очень» низкочастотной составляющей спектра (медленные волны 2-го порядка).** Спектральная составляющая сердечного ритма в диапазоне 0,05-0,015 Гц (20-70 с), по мнению многих зарубежных авторов, характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако в данном случае речь идет о более сложных влияниях со стороны надсегментарного уровня регуляции, поскольку амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга. VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, отражает состояние нейрогуморального и метаболического уровней регуляции. VLF может использоваться как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем. В норме мощность VLF составляет 15-30% суммарной мощности спектра.

## 2. Лабораторная работа

**2.1. Цель:** Выявить связи между параметрами сенсомоторной активности и вариабельностью сердечного ритма

### Задачи:

1. Освоить метод событийно-связанной телеметрии ритма сердца;
2. Освоить технологии виртуальной реальности для измерения и оптимизации сенсомоторной активности на основе платформы Arway;
3. Выявить связи между параметрами сенсомоторной активности и вариабельностью сердечного ритма.

### 2.2. Оборудование:

- 1) Датчик Zephyr с зарядным устройством;
- 2) Пояс с креплением для датчика Zephyr;
- 3) Смартфон с операционной системой Android 4.1 и выше;
- 4) Компьютер с выходом в интернет.

### 2.3. Ход работы.

#### 2.3.1. Инструкция по использованию технологии мобильной событийно-связанной телеметрии ритма сердца

Датчик Zephyr надевается на испытуемого на тело под грудь по центру, предварительно протерев пояс раствором NaCl, для лучшего контакта. Затем на смартфоне открыть программу Stress monitor.

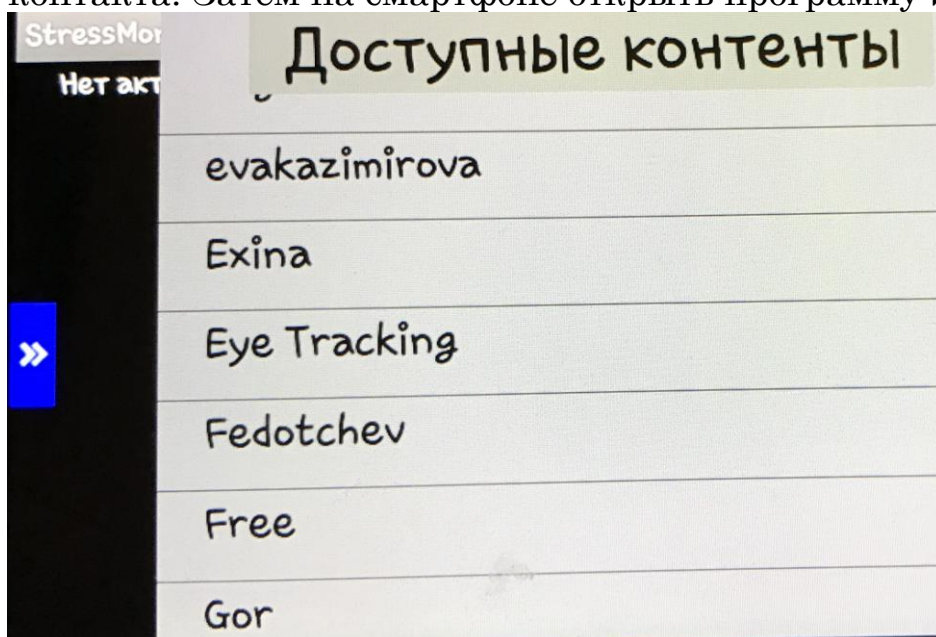


Рис. 2. Подключение к нужному контенту.

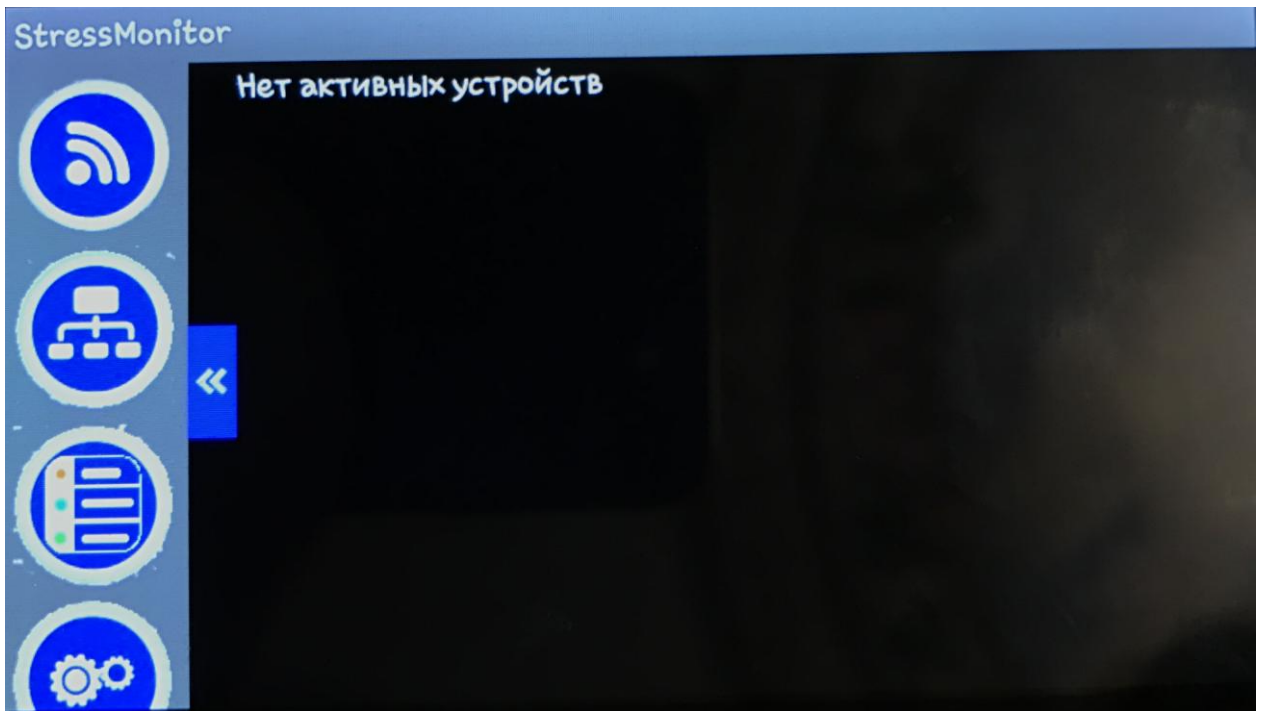


Рис. 3. Интерфейс программы «Stress monitor» - меню

Первая вкладка в меню это поиск датчика.

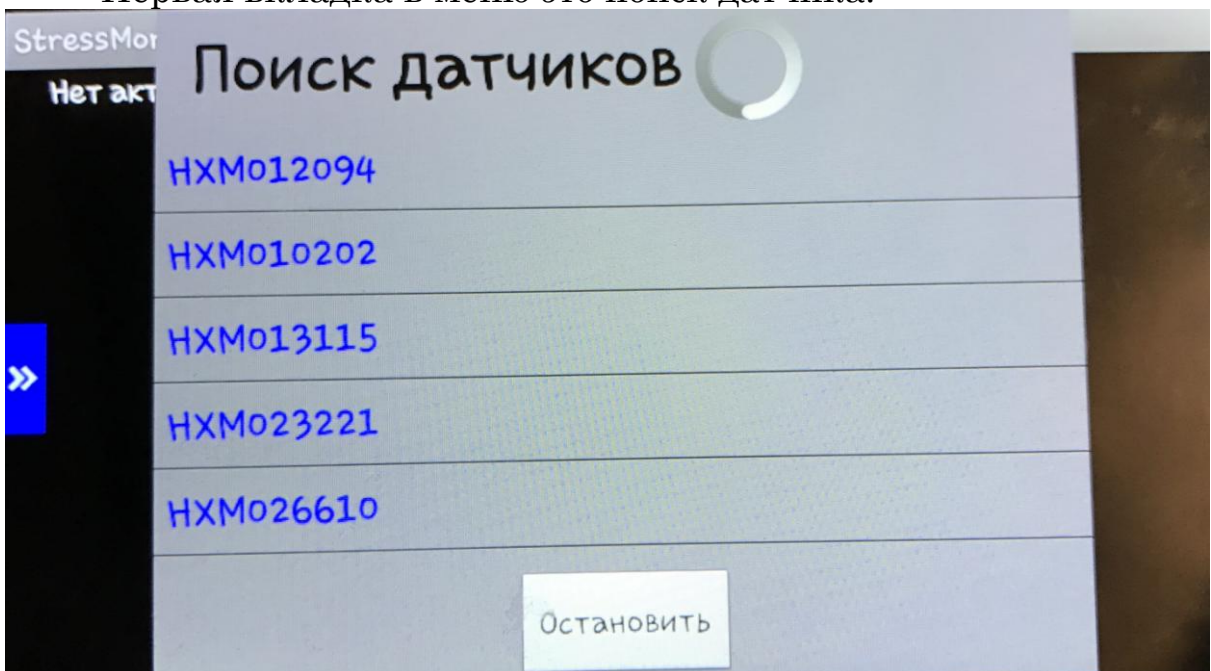


Рис. 4. Выбор соответствующего датчика из предложенного списка.

Выбрать соответствующий по номеру датчик (номер указан на самом датчике).



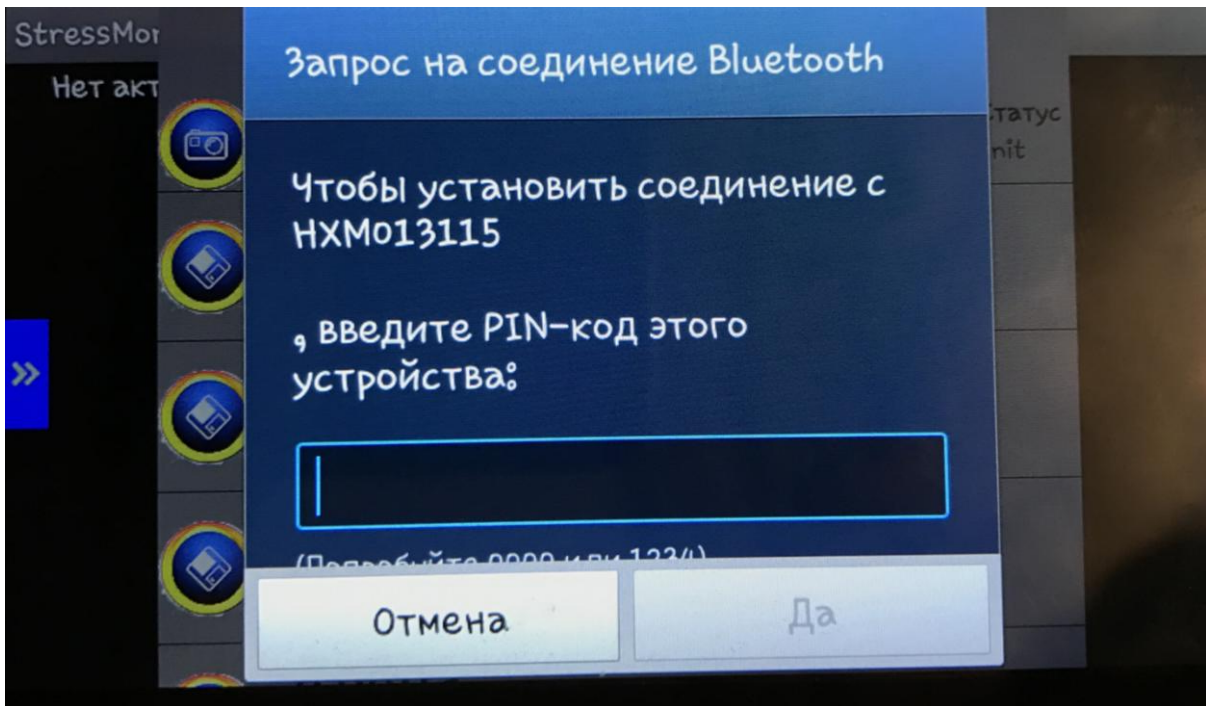


Рис. 5. Подтверждение подключения.

Набрать соответствующий PIN-код, после чего необходимо зарегистрировать испытуемого.

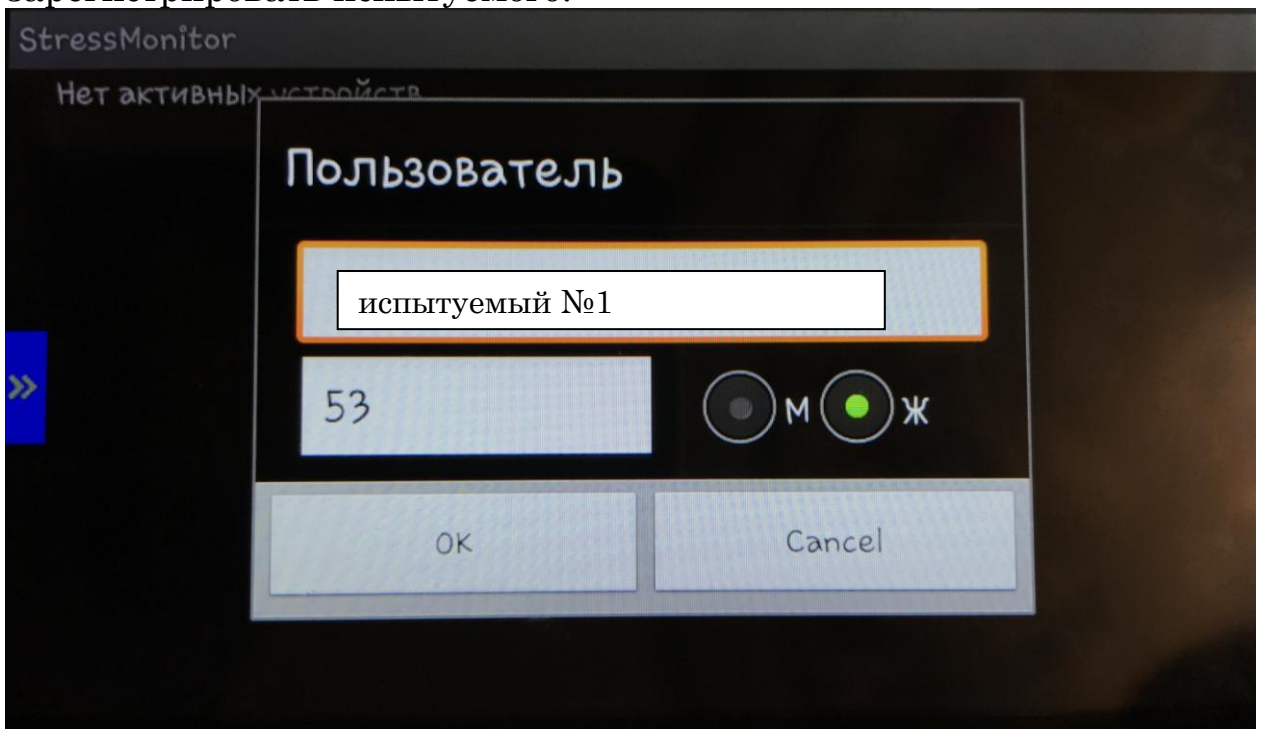


Рис. 6. Ввод данных испытуемого

После чего необходимо зайти во вторую вкладку меню и выбрать необходимую запись (в списке она будет первой).

После выбора записи принимаемый сигнал визуализируется на экране мобильного устройства в поле графика (Рис. 7).



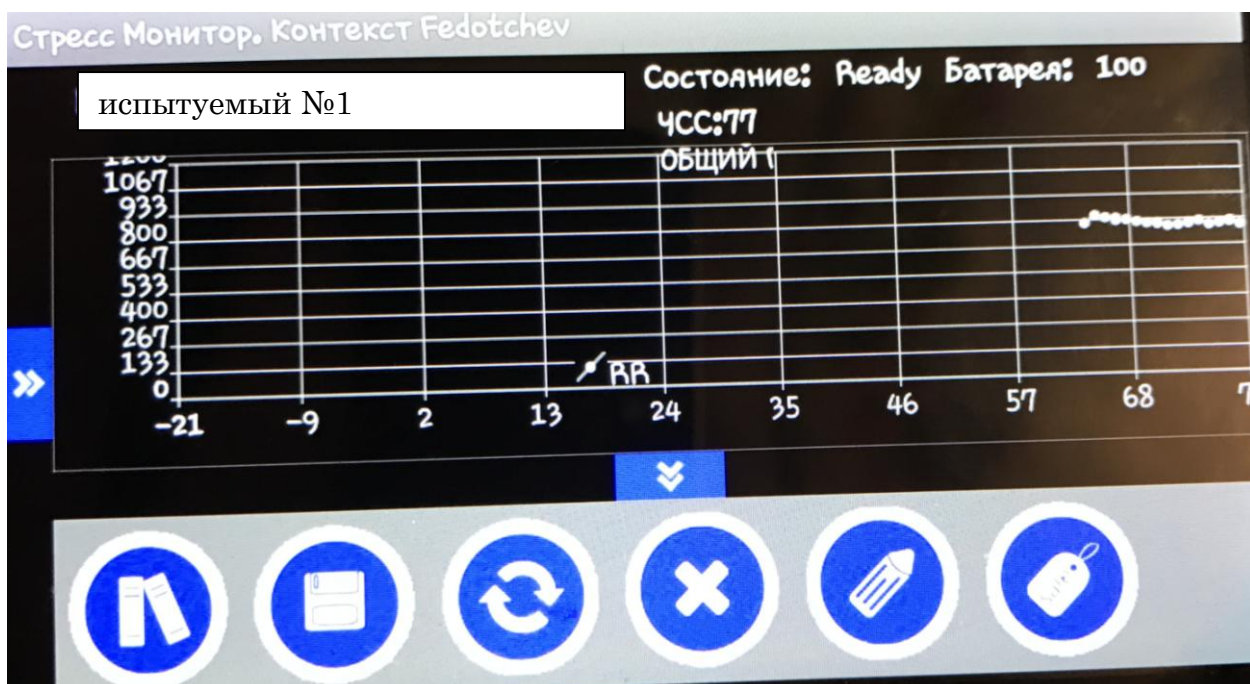


Рис. 7. Визуализация измеряемого сигнала с открытой вкладкой нижнего меню

Для прямой или отложенной трансляции данных в Интернет-сервис необходимо нажав на дискету (нижняя панель: вторая кнопка справа). После чего появиться иконка «передать данные на сервер», необходимо нажать «ДА», если смартфон подключен к сети Интернет; «отложить», если подключение отсутствует – в этом случае данные будут сохранены для последующей трансляции из зоны действия Интернет.

Для отметок о начале события (нижняя панель: первая кнопка справа) следует из предложенного списка (рис.8) выбрать имя события и нажать кнопку «set». Для отметок о конце этого события (нижняя панель: первая кнопка справа) следует из предложенного списка выбрать имя текущего события и нажать кнопку «clear».

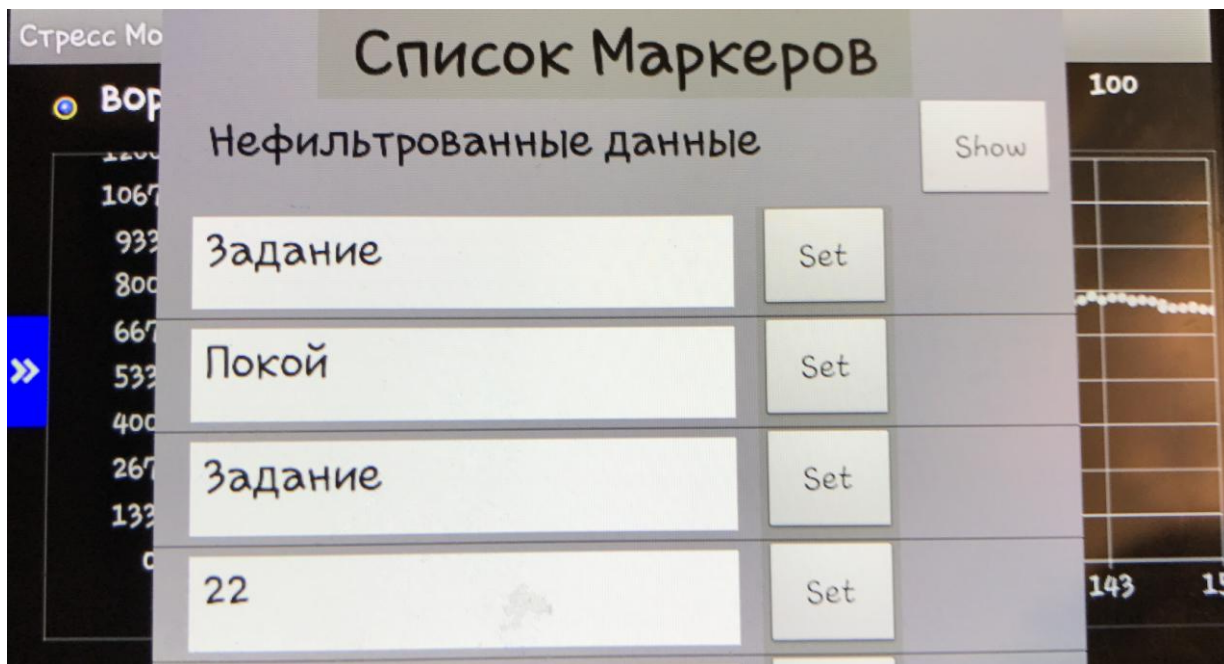


Рис. 8. Список маркеров соответствующего контента.

После окончания записи, до того как снять датчик с испытуемого, в нижнем меню необходимо нажать на иконку крестика. После чего можно снимать датчик.

После передачи записи на сервер на сайте [cogni-nn.ru](http://cogni-nn.ru) записи выглядят следующим образом (рис. 9)

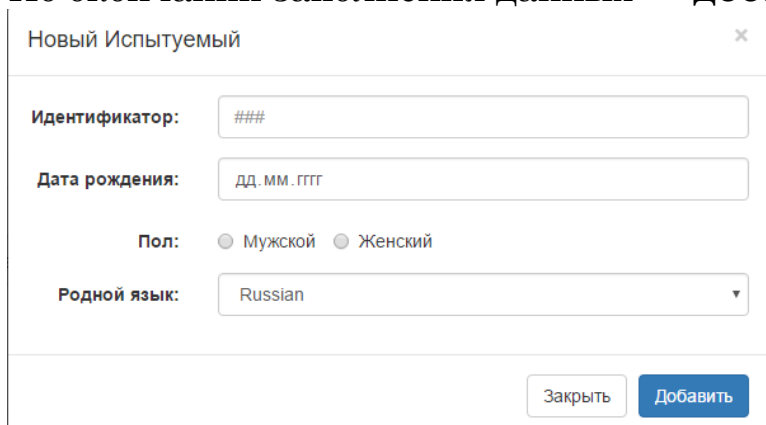


Рис. 9. Визуализация записи RR интервалов на сайте [cogni-nn.ru](http://cogni-nn.ru).

Далее работа с записью продолжается на компьютере.

## 2.3.2. Измерение сенсомоторной активности на базе платформы Arway

1. При работе в компьютерной среде arway:  
В кабинете эксперта нажать на иконку «новый испытуемый», ввести свои данные в систему  
Имя (точный повтор имени в Stressmonitor) – индивидуальная спецификация испытуемого;  
Возраст – вводится цифрами;  
Пол – выставляется один из списка предложенных  
По окончании заполнения данных - «добавить»



Новый Испытуемый

Идентификатор: ###

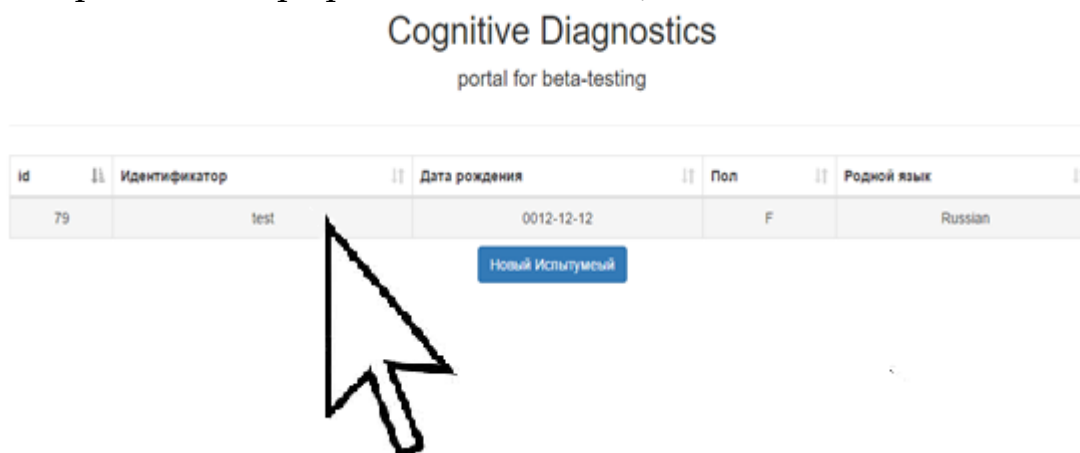
Дата рождения: dd.mm.yyyy

Пол:  Мужской  Женский

Родной язык: Russian

Закрыть Добавить

2. Выбрать свой профиль из списка одним нажатием

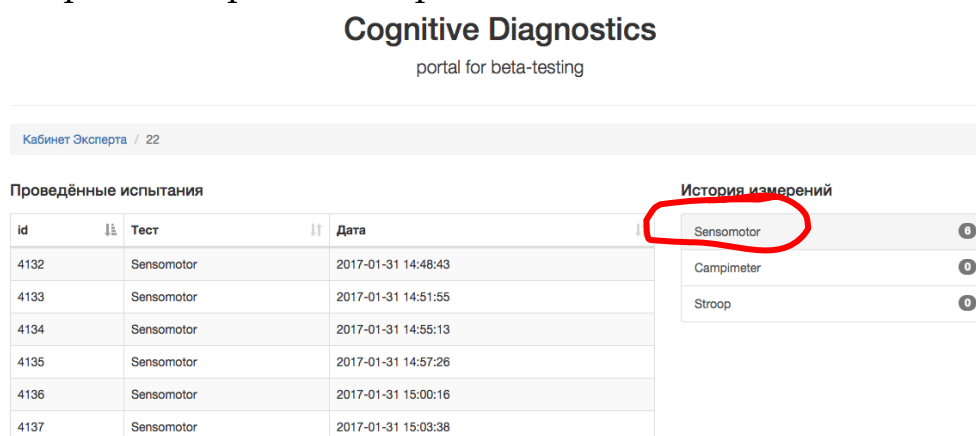


Cognitive Diagnostics  
portal for beta-testing

id	Идентификатор	Дата рождения	Пол	Родной язык
79	test	0012-12-12	F	Russian

Новый Испытуемый

3. В истории измерений выбрать sensomotor



Кабинет Эксперта / 22

Проведённые испытания

id	Тест	Дата
4132	Sensomotor	2017-01-31 14:48:43
4133	Sensomotor	2017-01-31 14:51:55
4134	Sensomotor	2017-01-31 14:55:13
4135	Sensomotor	2017-01-31 14:57:26
4136	Sensomotor	2017-01-31 15:00:16
4137	Sensomotor	2017-01-31 15:03:38

История измерений

- Сенсомотор 6
- Campimeter 0
- Stroop 0

4. Нажать на иконку «Новое испытание» «запуск по шаблону»
5. Инструкция испытуемому:  
«Ваша задача - нажимать кнопку «пробел» каждый раз, когда предъявляется стимул»
6. Необходимо пройти тесты на сенсомоторную активность с межстимульными интервалами: 3000 мс, 2000 мс, 1000 мс (шаблоны: «ВAT\_3000», «ВAT\_2000», «ВAT\_1000»).
7. После окончания теста нажать на иконку «сохранить данные в системе», после чего на экране появится временная диаграмма событий в форме графика. По оси x – время с момента начала теста, зеленые высокие столбики соответствуют времени сенсорных событий (стимулов); синие низкие столбики соответствуют времени моторных событий (моторных реакций).
8. Для перехода к таблице с показателями сенсомоторной активности следует нажать кнопку «Sensomotor» над графиком.
9. В таблице приведены показатели описательной статистики для параметров сенсомоторной активности:

<b>SR</b> Среднее время сенсомоторной активности (мс)	<b>dSR</b> Ошибка среднего	<b>MR</b> Среднее время моторной активности (мс)	<b>dMR</b> Ошибка среднего	<b>Err#1</b> Кол-во ошибок - пропусков	<b>Err#2</b> Кол-во ошибок - двойных нажатий	<b>Err#3</b>
--	-------------------------------	---	-------------------------------	---	---	--------------

Каждый тест необходимо пройти без ошибок (**Err#1, Err#2=0**).  
Примеры результатов с ошибками и без ошибок представлены ниже (рис. 10, 11).

## Cognitive Diagnostics

portal for beta-testing

Кабинет Эксперта / 22 / Sensomotor / Измерение №4137

BAT\_0700  
Date: 2017-01-31 15:03:38  
Start: 31.01.2017 15:02:03.920000 GMT+04:00  
1-st interval: 700ms

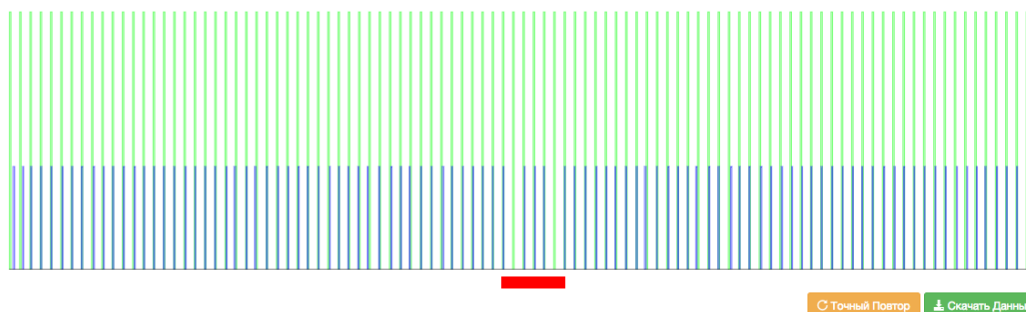


Рис. 10. Результат пройденного задания с ошибками, в денном случае пропуск стимула.

## Cognitive Diagnostics

portal for beta-testing

Кабинет Эксперта / 22 / Sensomotor / Измерение №4134

BAT\_0600  
Date: 2017-01-31 14:55:13  
Start: 31.01.2017 14:54:08.334000 GMT+04:00  
1-st interval: 600ms

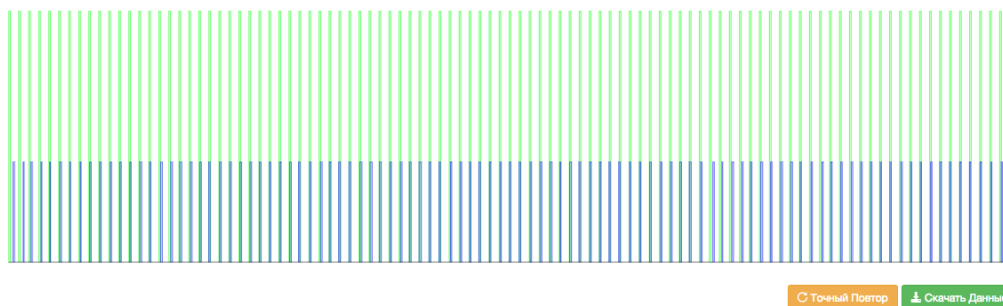


Рис. 11. Результат пройденного задания без ошибок.

10. Если задание пройдено без ошибок сохраняем его на компьютер в заранее подготовленную папку. При этом нажимаем на иконку «сохранить данные». Сохраненные данные открываются в Excel и выглядят следующим образом:

	Stimul	Goal	Duration	Interval	Show	Hide	Down	Up	SMR	MR	ERR_1	ERR_2	ERR_3
9	1	1	100	600	1005	1107	1251	1346	341	95	0	0	0
10	1	1	100	600	1602	1703	1866	1922	320	56	0	0	0
11	1	1	100	600	2203	2304	2322	2418	215	96	0	0	0
12	1	1	100	600	2804	2905	2938	2994	190	56	0	0	0
13	1	1	100	600	3405	3506	3458	3514	109	56	0	0	0
14	1	1	100	600	4006	4107	4058	4170	164	112	0	0	0
15	1	1	100	600	4607	4708	4665	4713	106	48	0	0	0
16	1	1	100	600	5211	5312	5290	5345	134	55	0	0	0
17	1	1	100	600	5809	5910	5858	5953	144	95	0	0	0
18	1	1	100	600	6410	6511	6458	6553	143	95	0	0	0
19	1	1	100	600	7011	7112	7089	7177	166	88	0	0	0
20	1	1	100	600	7613	7714	7666	7761	148	95	0	0	0
21	1	1	100	600	8213	8314	8266	8353	140	87	0	0	0
22	1	1	100	600	8814	8915	8866	8953	171	119	0	0	0
23	1	1	100	600	9415	9516	9450	9537	122	87	0	0	0
24	1	1	100	600	10016	10117	10122	10225	209	103	0	0	0
25	1	1	100	600	10617	10718	10729	10833	216	104	0	0	0
26	1	1	100	600	11218	11319	11265	11393	175	128	0	0	0
27	1	1	100	600	11819	11920	11897	12009	190	112	0	0	0
28	1	1	100	600	12420	12522	12466	12569	149	103	0	0	0
29	1	1	100	600	13021	13122	13009	13097	76	88	0	0	0
30	1	1	100	600	13623	13724	13658	13761	138	103	0	0	0
31	1	1	100	600	14224	14325	14265	14369	145	104	0	0	0
32	1	1	100	600	14824	14925	14881	14985	161	104	0	0	0
33	1	1	100	600	15425	15526	15481	15585	160	104	0	0	0
34	1	1	100	600	16026	16127	16049	16153	127	104	0	0	0
35	1	1	100	600	16628	16730	16649	16738	110	89	0	0	0
36	1	1	100	600	17229	17330	17258	17354	125	96	0	0	0
37	1	1	100	600	17830	17931	17866	17970	140	104	0	0	0
38	1	1	100	600	18431	18532	18402	18490	59	88	0	0	0
39	1	1	100	600	19032	19133	19066	19154	122	98	0	0	0

Рис. 12. Сохраненные результаты.

Show – начало предъявления стимула;

Hide – конец предъявления стимула;

Down – начало реакции (нажатие кнопки);

UP – конец реакции (отжатие кнопки);

SMR – время сенсомоторной реакции;

MR – моторный компонент реакции;

ERR – ошибки.

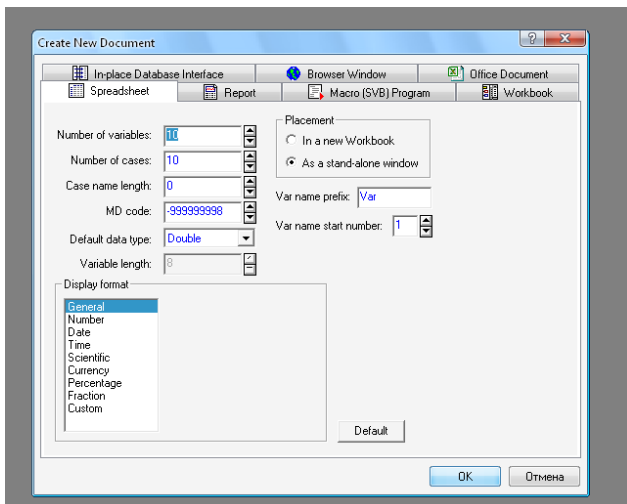
- 1) С сайта [cogni-nn.ru](http://cogni-nn.ru) выгрузить полученные данные;
- 2) Провести необходимую обработку данных в Excel и программе Statistica;
- 3) Распечатать и сдать отчет.

### 2.3.3. Результаты и их обработка

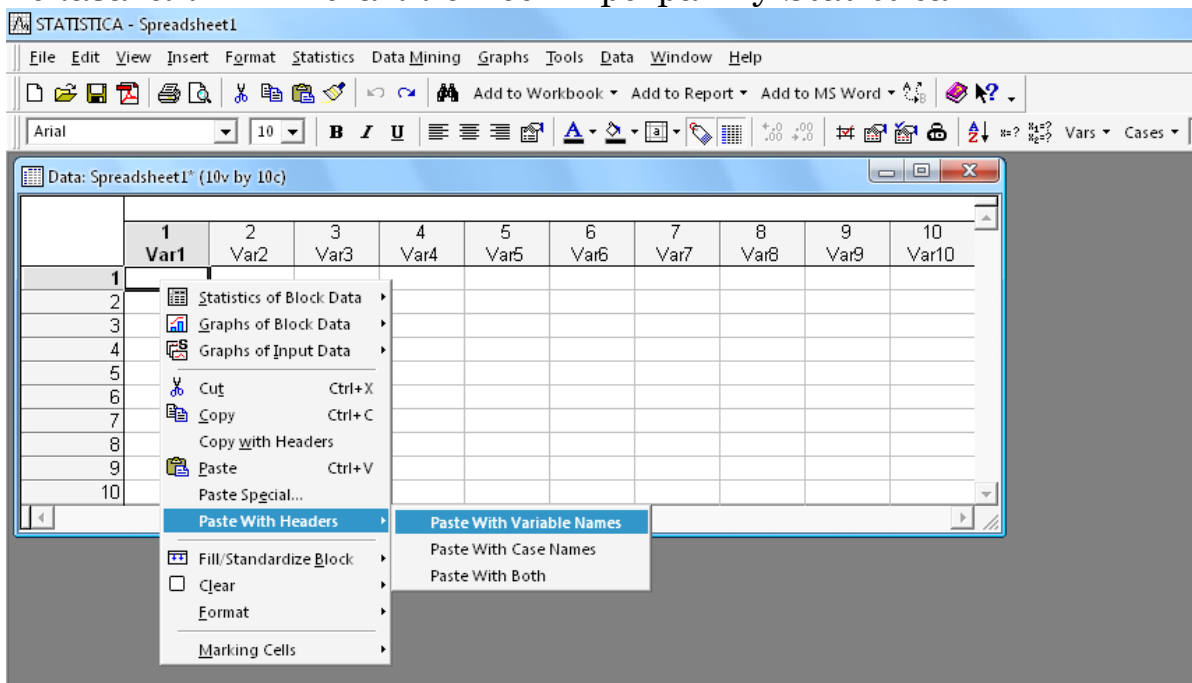
- 1) В сохраненном архиве нужной записи с сайта [cogni-nn.ru](http://cogni-nn.ru) открыть файл RR интервалов и файл Spectr.
- 2) С платформы Arway сохраняем только результаты по безошибочно пройденным пробам. В данных файлах нас интересуют время сенсомоторной реакции (SMR) и моторный компонент (MR).

3) В Excel подготавливаем сводную таблицу по показателям СМА и по спектральным показателям по всем МСИ, нас интересуют только безошибочные пробы (см. файл «пример отчета» лист «стат-спектр», лист «стат-RR» и лист «СМА»).

4) Открываем программу Statistica открываем вкладку «file» new в появившемся окне нажимаем на «ОК»



Копируем данные из файла Excel таблицу со спектральными показателями и вставляем ее в программу Statistica





STATISTICA - Spreadsheet1

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Window Help

Ctrl+R Add to Report Add to MS Word

Vars Cases

Data: Spreadsheet1\* (10v by 25c)

	1 Var1	2 time	3 ms	4 LF	5 HF	6 TP	7 LF/HF	8 Var8	9 Var9	10 Var10
1	3000	0,813935	160000	2976,493	341,756	5139,945	8,70941			
2	3000	0,814051	170000	2771,099	407,2946	4323,22	6,803671			
3	3000	0,814167	180000	2319,172	458,8376	3298,35	5,054451			
4	3000	0,814282	190000	2206,053	591,4691	3097,782	3,729786			
5	3000	0,814398	200000	2535,804	845,7573	3781,892	2,998264			
6	3000	0,814514	210000	2885,635	1080,037	4745,288	2,671794			
7	3000	0,81463	220000	2949,779	1119,151	5531,875	2,63573			
8	2000	0,81625	360000	898,0119	842,105	2410,772	1,066389			
9	2000	0,816366	370000	894,2935	897,8593	2392,581	0,996029			
10	2000	0,816481	380000	956,7704	940,6626	2335,492	1,017124			
11	2000	0,816597	390000	966,6662	861,6187	2149,964	1,121919			
12	2000	0,816713	400000	837,7681	645,2425	1778,984	1,298377			
13	2000	0,816829	410000	601,6643	379,876	1220,369	1,583844			
14	2000	0,816944	420000	393,3412	205,6692	804,3212	1,912494			
15	2000	0,81706	430000	253,3462	114,3627	602,6084	2,215287			
16	2000	0,817176	440000	247,6924	89,28793	619,2669	2,774086			
17	2000	0,817292	450000	442,0031	106,1036	894,185	4,165769			
18	2000	0,817407	460000	896,3691	219,7517	1612,033	4,079009			
19	1000	0,818102	520000	732,4632	658,1998	1984,918	1,112828			
20	1000	0,818218	530000	581,6988	552,3622	1508,889	1,053111			
21	1000	0,818333	540000	417,545	408,4839	1105,542	1,022182			
22	1000	0,818449	550000	260,2685	300,5181	762,2141	0,866066			
23	1000	0,818565	560000	153,5318	247,2161	519,9938	0,621043			
24	1000	0,818681	570000	219,2208	241,0051	624,0452	0,909611			
25	1000	0,818796	580000	684,2239	279,6743	1279,901	2,446503			

Далее вкладка Statistica, далее Basis Statistics t-test independent, by groups. Открывается новое окно вкладка «variables».

STATISTICA - Spreadsheet1

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Window Help

Resume... Ctrl+R Add to Report Add to MS Word

Vars C

Basic Statistics/Tables

- Multiple Regression
- ANOVA
- Nonparametrics
- Distribution Fitting
- Advanced Linear/Nonlinear Models
- Multivariate Exploratory Techniques
- Industrial Statistics & Six Sigma
- Power Analysis
- Automated Neural Networks
- PLS, PCA, Multivariate/Batch SPC
- Variance Estimation and Precision
- Statistics of Block Data
- STATISTICA Visual Basic
- Batch (ByGroup) Analysis
- Probability Calculator

Data: Spreadsheet1\* (10v by 25c)

	1 Var1	2 time	3 ms	4 LF	5 HF	6 TP	7 LF/HF	8 Var8	9 Var9	10 Var10
1	3000	0,813935	160000	2976,493	341,756	5139,945	8,70941			
2	3000	0,814051	170000	2771,099	407,2946	4323,22	6,803671			
3	3000	0,814167	180000	2319,172	458,8376	3298,35	5,054451			
4	3000	0,814282	190000	2206,053	591,4691	3097,782	3,729786			
5	3000	0,814398	200000	2535,804	845,7573	3781,892	2,998264			
6	3000	0,814514	210000	2885,635	1080,037	4745,288	2,671794			
7	3000	0,81463	220000	2949,779	1119,151	5531,875	2,63573			
8	2000	0,81625	360000	898,0119	842,105	2410,772	1,066389			
9	2000	0,816366	370000	894,2935	897,8593	2392,581	0,996029			
10	2000	0,816481	380000	956,7704	940,6626	2335,492	1,017124			
11	2000	0,816597	390000	966,6662	861,6187	2149,964	1,121919			
12	2000	0,816713	400000	837,7681	645,2425	1778,984	1,298377			
13	2000	0,816829	410000	601,6643	379,876	1220,369	1,583844			
14	2000	0,816944	420000	393,3412	205,6692	804,3212	1,912494			
15	2000	0,81706	430000	253,3462	114,3627	602,6084	2,215287			
16	2000	0,817176	440000	247,6924	89,28793	619,2669	2,774086			
17	2000	0,817292	450000	442,0031	106,1036	894,185	4,165769			
18	2000	0,817407	460000	896,3691	219,7517	1612,033	4,079009			
19	1000	0,818102	520000	732,4632	658,1998	1984,918	1,112828			
20	1000	0,818218	530000	581,6988	552,3622	1508,889	1,053111			
21	1000	0,818333	540000	417,545	408,4839	1105,542	1,022182			
22	1000	0,818449	550000	260,2685	300,5181	762,2141	0,866066			
23	1000	0,818565	560000	153,5318	247,2161	519,9938	0,621043			
24	1000	0,818681	570000	219,2208	241,0051	624,0452	0,909611			
25	1000	0,818796	580000	684,2239	279,6743	1279,901	2,446503			



STATISTICA - Spreadsheet1

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Window Help

10 Arial B I U

Data: Spreadsheet1\* (10v by 25c)

	1 Var1	2 time	3 ms	4 LF	5 HF	6 TP	7 LF/HF	8 Var8	9 Var9	10 Var10
1	3000	0,813935	160000	2976,493	341,756	5139,945	8,70941			
2	3000	0,814051	170000	2771,099	407,2946	4323,22	6,803671			
3	3000	0,814167	180000	2319,172	458,8376	3298,35	5,054451			
4	3000	0,814282	190000	2206,053	591,4691	3097,782	3,729786			
5	3000	0,814398	200000	2535,804	845,7573	3781,892	2,998264			
6	3000	0,814514	210000	2885,635	1080,037	4745,288	2,671794			
7	3000	0,81463	220000	2949,779	1119,151	5531,875	2,63573			
8	2000	0,81625	360000	898,0119	842,105	2410,772	1,066389			
9	2000	0,816366	370000	894,2935	897,8593	2392,581	0,99			
10	2000	0,816481	380000	956,7704	940,6626	2335,492	1,01			
11	2000	0,816597	390000	966,6662	861,6187	2149,964	1,12			
12	2000	0,816713	400000	837,7681	645,2425	1778,984	1,29			
13	2000	0,816829	410000	601,6643	379,876	1220,369	1,56			
14	2000	0,816944	420000	393,3412	205,6692	804,3212	1,91			
15	2000	0,81706	430000	253,3462	114,3627	602,6084	2,21			
16	2000	0,817176	440000	247,6924	89,28793	619,2669	2,77			
17	2000	0,817292	450000	442,0031	106,1036	894,185	4,18			
18	2000	0,817407	460000	896,3691	219,7517	1612,033	4,07			
19	1000	0,818102	520000	732,4632	658,1998	1984,918	1,11			
20	1000	0,818218	530000	581,6988	552,3622	1508,889	1,09			
21	1000	0,818333	540000	417,545	408,4839	1105,542	1,02			
22	1000	0,818449	550000	260,2685	300,5181	762,2141	0,88			
23	1000	0,818565	560000	153,5318	247,2161	519,9938	0,82			
24	1000	0,818681	570000	219,2208	241,0051	624,0452	0,90			
25	1000	0,818796	580000	684,2239	279,6743	1279,901	2,44			

Basic Statistics and Tables: Spreadsheet1

Quick

- Descriptive statistics
- Correlation matrices
- t-test, independent, by groups
- t-test, independent, by variables
- t-test, dependent samples
- t-test, single sample
- Breakdown & one-way ANOVA
- Breakdown; non-factorial tables
- Frequency tables
- Tables and banners
- Multiple response tables
- Difference tests: t, %, means
- Probability calculator

OK Cancel Options Open Data

Далее в зависимых переменных выбираем LF, HF, TP, LF/HF, в группирующих переменных var1, «OK» далее в новом окне Summary.

Select the dependent variables and one grouping variable

1 - Var1  
2 - time  
3 - ms  
4 - LF  
5 - HF  
6 - TP  
7 - LF/HF  
8 - Var8  
9 - Var9  
10 - Var10

1 - Var1  
2 - time  
3 - ms  
4 - LF  
5 - HF  
6 - TP  
7 - LF/HF  
8 - Var8  
9 - Var9  
10 - Var10

Select All Spread Zoom Select All Spread Zoom

Dependent variables: 4-7

Grouping variable: 1

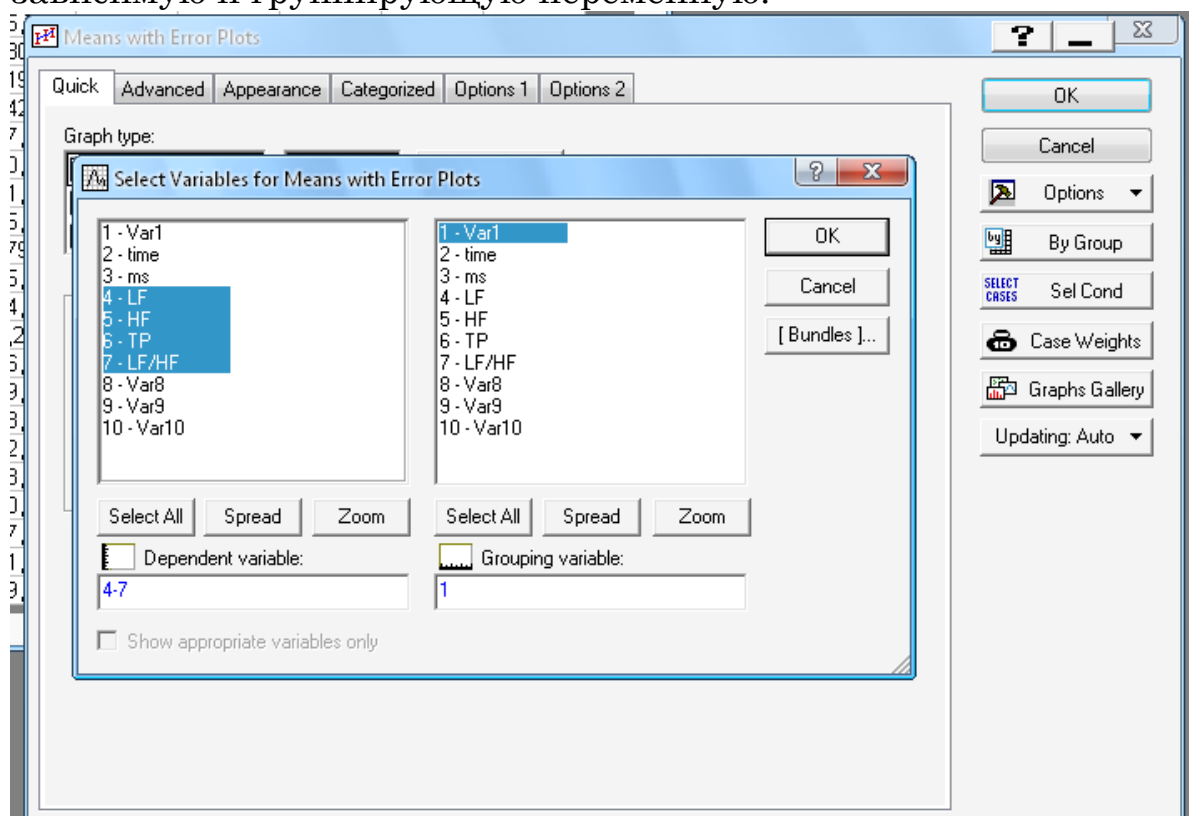
Show appropriate variables only

OK Cancel [Bundles]...

Use the "Show appropriate variables only" option to pre-screen variable lists and show categorical and continuous variables. Press F1 for more information.

Полученную таблицу копируем с заголовками на лист «стат-спектр». С помощью данного метода стат анализа мы проверяем считаем средние значения показателей, ошибки средних и доверительный интервал, а так же проверяем достоверность различий между показателями при разных МСИ. Если  $p < 0,05$ , то различия значимы. Необходимо сравнить между собой показатели групп 3000 и 2000, 3000 и 1000, 2000 и 1000. При этом просто меняем в окне T-test for independent 2000 на 1000 и получаем таблицу, затем меняем 3000 на 2000 и так же получаем таблицу, которую копируем на лист «стат-спектр» (см. «пример отчета»).

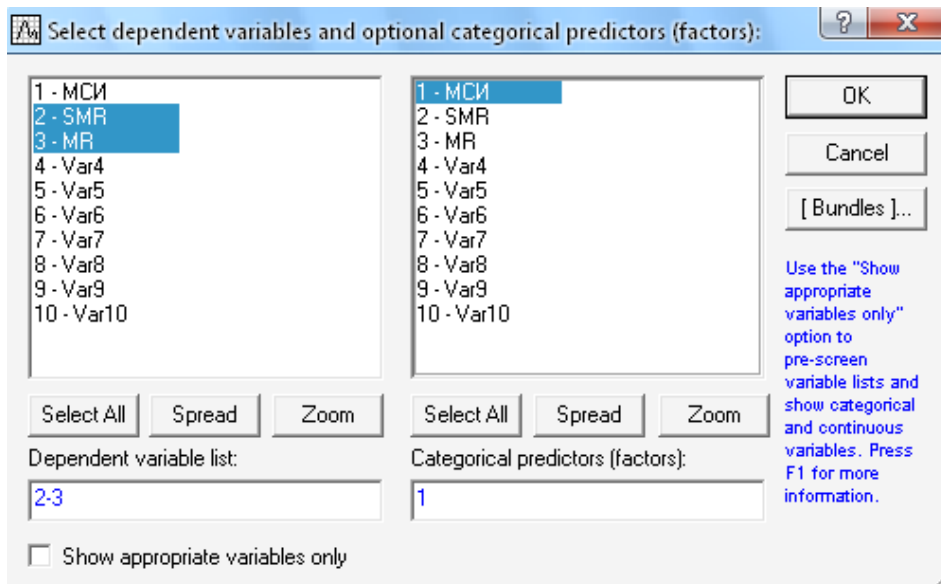
5) Далее вкладка «Box Plots» вкладка «variables» и выбираем зависимую и группирующую переменную.



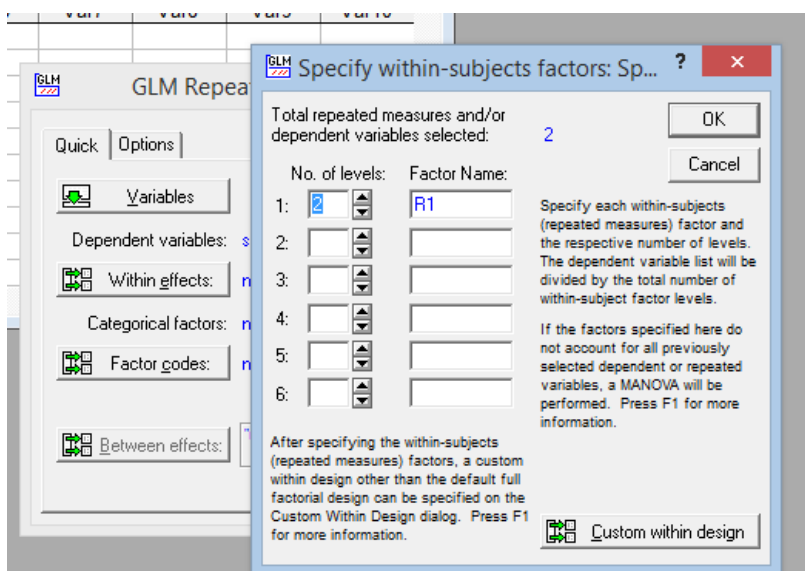
Полученные графики копируем на тот же лист.

6) Так же проводим обработку RR-интервалов. Только зависимой переменной будет value – величина RR-интервалов.

7) Для показателей СМА смотрим есть ли связь между МСИ и SMR и MR. Для этого копируем данные на новый лист программы Statistica, открываем: Statistic → Advanced Linear/Nonlinear Models → General Linear Models → Repeated measures ANOVA. Variables :



Within effects:



Factor codes → all → all effects

Repeated Measures Analysis of Variance (Spreadsheet9)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	14454086	1	14454086	13351,78	0,00
MCI	113386	2	56693	52,37	0,00
Error	152641	141	1083		
R1	6109366	1	6109366	7237,54	0,00
<b>R1*MCI</b>	<b>95312</b>	<b>2</b>	<b>47656</b>	<b>56,46</b>	<b>0,00</b>
Error	119021	141	844		

Получается что присутствует эффект влияния МИС на показатели.

8) Далее идем в окно General Linear Models → More results → Post-hoc → Fisher LSD. Копируем таблицу с заголовками на лист СМА.

Далее возвращаемся в окно General Linear Models → All effects/Graphs.

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
MCI	113E3	2	567E2	52,	0,00*
R1	611E4	1	611E4	7238,	0,00*
R1*MCI	953E2	2	477E2	56,	0,00*

Выбираем нижнюю строчку и нажимаем на «ОК». Выбираем оси.

Полученный график сохраняем на тот же лист.

9) Затем в окне All effects/Graphs справа Graph меняем на Spreadsheet, нажимаем на «ОК» и получаем таблицу со средними значениями, ошибками средних и доверительным интервалом. Сохраняем с заголовками на лист «СМА».

10) По полученным графикам делаем выводы (см. «пример отчета»).

- 11) Во вкладку рисунки сохраняем скрины экрана с ритмограммой и временные диаграммы событий для всех тестов. Во вкладку события нужно скопировать с [cogni-nn.ru](http://cogni-nn.ru) «список событий», который находится во вкладке дополнительно.

#### **2.4. Структура отчета**

Отчет должен содержать:

- 1) Дату
- 2) Название практической работы;
- 3) ФИО выполнившего работу;
- 4) Цель работы;
- 5) Ход работы;
- 6) Приборы, с помощью, которых проведена данная работа;
- 7) Результаты в виде таблицы и графиков;
- 8) Выводы по работе.

#### **Ход работы**

- 4) Одеть датчик Zephyr на тело под грудь по центру;
- 5) Подключить датчик к смартфону с помощью программы Stress monitor;
- 6) Начать онлайн трансляцию на сервер;
- 7) На базе платформы Arway зарегистрировать испытуемого;
- 8) Прийти 3 необходимых шаблона («ВАТ\_3000», «ВАТ\_2000», «ВАТ\_1000») без ошибок;
- 9) По окончании эксперимента отключить датчик и снять его с испытуемого;
- 10) Сохранить необходимые данные с платформы Arway на компьютер;

## Список литературы

1. Полевая С.А., Парин С.Б., Еремин Е.В., Буланов Н.А., Чернова М.А. Разработка технологии событийно-связанной телеметрии для исследования когнитивных функций. - XVIII Международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика - 2016»: Сборник научных трудов / М.: НИЯУ МИФИ. – 2016. – Ч. 1. – С. 34-44.
2. Шлык Н.И. Особенности variability сердечного ритма у детей и подростков с различным уровнем зрелости регуляторных систем // Variability сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. Междунар. симп. (г. Ижевск, 20-21 ноября 2003 г.). Ижевск: Изд-во УдГУ, 2003. С. 52- 61.
3. Андрианов В. В., Василюк Н. А. Особенности сенсомоторной деятельности и variability сердечного ритма мужчин и женщин при различных условиях зрительного восприятия // ВНМТ. 2006. №1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sensomotornoy-deyatelnosti-i-variabelnosti-serdechnogo-ritma-muzhchin-i-zhenschin-pri-razlichnyh-usloviyah-zritel'nogo-1> (дата обращения: 06.02.2017).
4. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалевский П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семенов А.В., Федоров В.Ф., Флейшман В.Ф., Медведев М.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Вестник аритмологии №24 от 02.03.2002
5. Баевский Р.М., О.И. Кириллов, С.З. Клецкин Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М., Наука 1984.
6. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний: Учеб. Пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 192с.
7. Жемайтите Д. Тельксниса Л. Анализ сердечного ритма Вильнюс: Монслаг, 1982. – 130с. ил.
8. Щербатых Ю.В. \ \ Что выявляет спектральный анализ variability сердечного ритма? Прикладные информационные аспекты медицины (Т 2 № -4) -1999
9. Heart rate variability. Standarts of Mesurement, Physiological Interpretation and Clinical Use // Circulation. — 1996. — V.93, N5, — P.1043.

**Отчет по практикуму по психофизиологии  
«Событийно-связанная телеметрия ритма сердца»**

**ФИО выполнившего:**

**Группа:**

**Дата:**

Нижний Новгород  
2017

**Цель:** Выявить связи между параметрами сенсомоторной активности и вариабельностью сердечного ритма

**Задачи:**

1. Освоить метод событийно-связанной телеметрии ритма сердца;
2. Освоить технологии виртуальной реальности для измерения и оптимизации сенсомоторной активности на основе платформы Arway;
3. Выявить связи между параметрами сенсомоторной активности и вариабельностью сердечного ритма.

**Оборудование:**

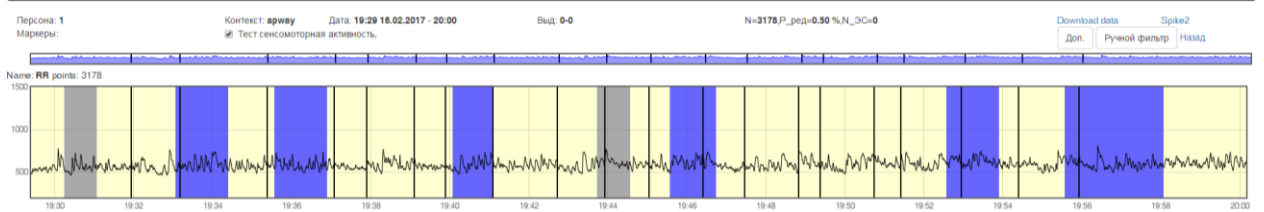
- 5) Датчик Zephyr с зарядным устройством;
- 6) Пояс с креплением для датчика Zephyr;
- 7) Смартфон с операционной системой Android 4.1 и выше;
- 8) Компьютер с выходом в интернет

**Ход работы**

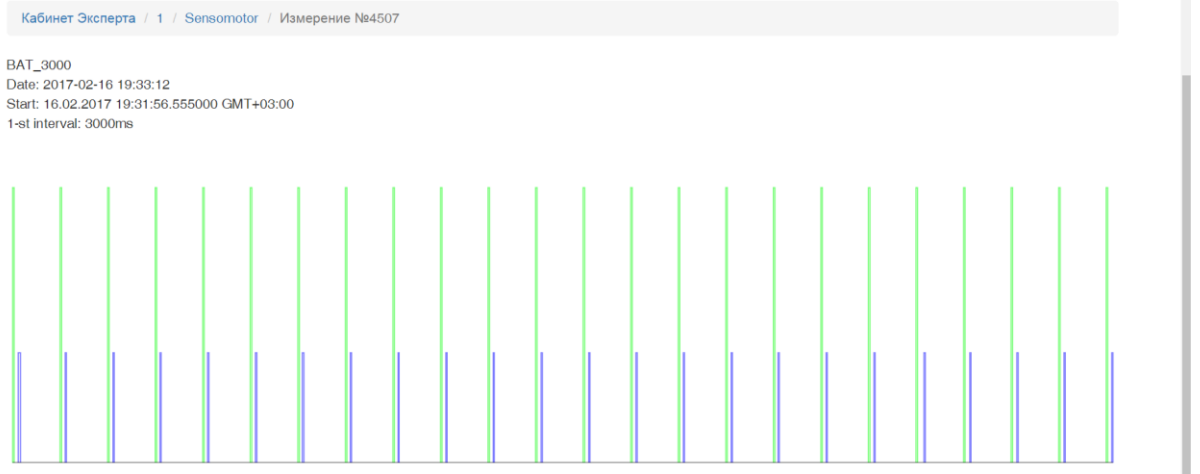
- 11) Одеть датчик Zephyr на тело под грудь по центру;
- 12) Подключить датчик к смартфону с помощью программы Stress monitor;
- 13) Начать онлайн трансляцию на сервер;
- 14) На базе платформы Arway зарегистрировать испытуемого;
- 15) Прийти 3 необходимых шаблона («BAT\_3000», «BAT\_2000», «BAT\_1000») без ошибок;
- 16) По окончании эксперимента отключить датчик и снять его с испытуемого;
- 17) Сохранить необходимые данные с платформы Arway на компьютер;
- 18) С сайта cogni-nn.ru выгрузить полученные данные;
- 19) Провести необходимую обработку данных в Excel и программе Statistica;
- 20) Сделать выводы в соответствии с полученным графиками и таблицами.



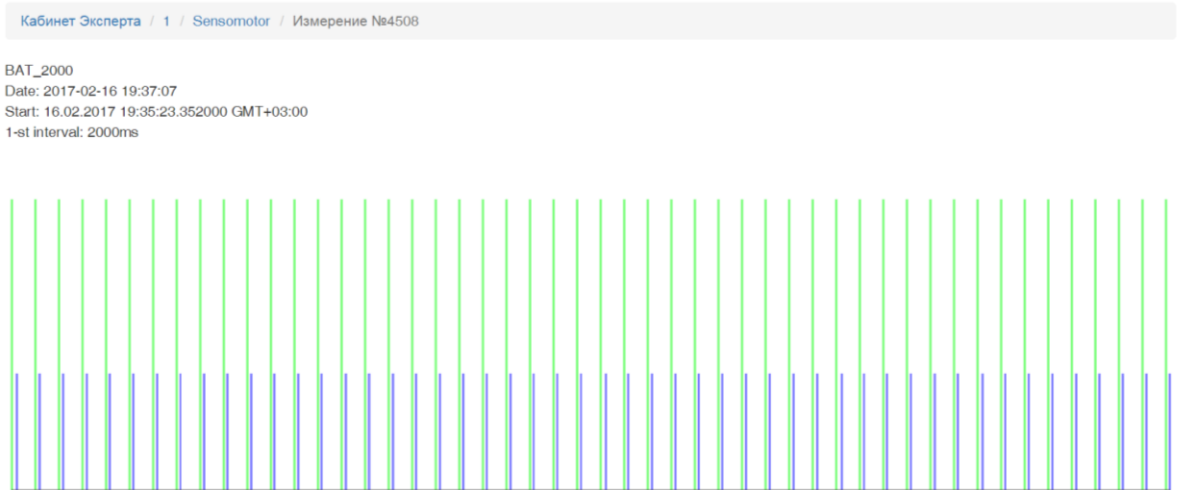
# Результаты



**Рис. 1. Ритмограмма с размеченными событиями**



**Рис.2. Временная диаграмма событий при МСИ 3000**



**Рис.3. Временная диаграмма событий при МСИ 2000**

Список событий

<b>ID</b>	<b>Начало</b>	<b>Конец</b>	<b>Название</b>	<b>Дополнительно</b>
1	19:31:56	19:33:10	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_3000: мси 3000 кол-во 24 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9
2	19:35:23	19:37:05	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_2000: мси 2000 кол-во 50 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9
3	19:37:54	19:39:06	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_1000: мси 1000 кол-во 100 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9
4	19:39:53	19:41:05	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_0700: мси 700 кол-во 100 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9
5	19:42:43	19:43:55	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_0700: мси 700 кол-во 100 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9
6	19:45:02	19:46:24	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_0800: мси 800 кол-во 100 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9

7	19:47:28	19:48:50	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_0800: мси 800 кол-во 100 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9
8	19:49:23	19:50:45	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_0800: мси 800 кол-во 100 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9
9	19:51:25	19:52:57	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_0900: мси 900 кол-во 100 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9
10	19:54:24	19:55:56	Тест сенсомоторная активность	ВАТ_0900: мси 900 кол-во 100 цвет фона #fbf5e3 цвет стимула #db0000 (красный) форма круг размер 50 мм экспозиция 100 кол- во 100 положение 3:3- 9:9

**Таблица 1. Наличие значимых эффектов показателей сенсомоторной активности при различных МСИ**

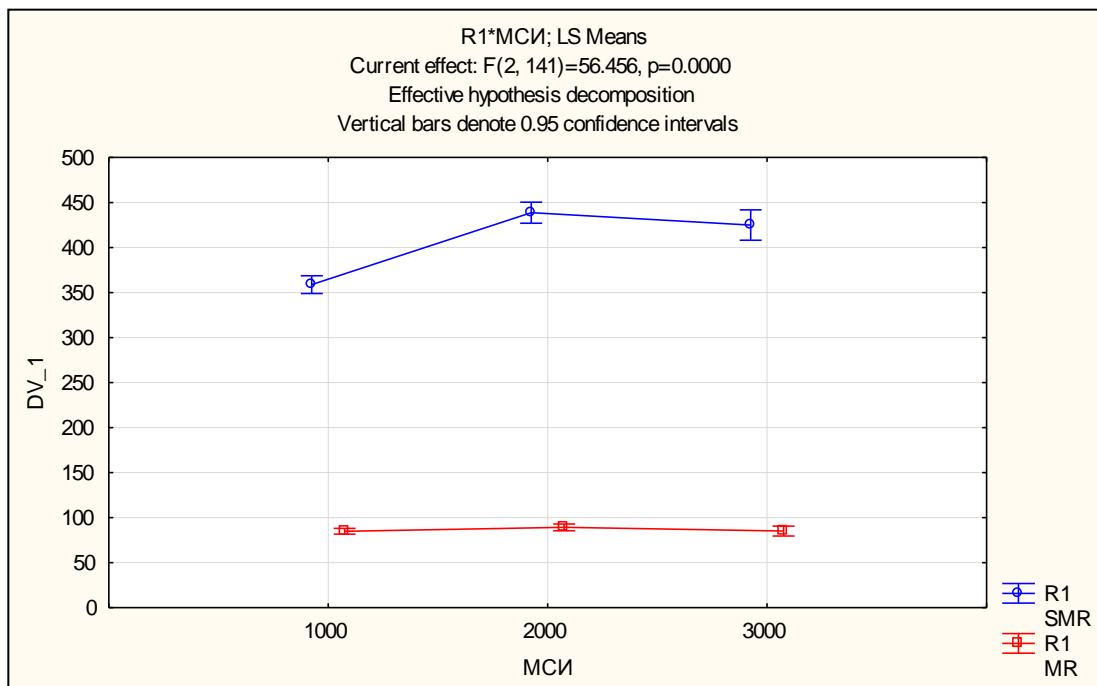
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	14454086	1	14454086	13351.78	0.00
МСИ	113386	2	56693	52.37	0.00
Error	152641	141	1083		
R1	6109366	1	6109366	7237.54	0.00
R1*МСИ	95312	2	47656	56.46	0.00
Error	119021	141	844		

**Таблица 2. Средние значения показателей сенсомоторной активности с ошибками средних и доверительным интервалом для всех МСИ**

	МСИ	R1	DV_1	DV_1	DV_1	DV_1	N
			Mean	Std.Err.	-95.00%	+95.00%	
1	1000	SMR	358.8000	4.994590	348.9260	368.6740	70
2	1000	MR	84.8857	1.605642	81.7115	88.0600	70
3	2000	SMR	438.7600	5.909679	427.0770	450.4430	50
4	2000	MR	89.2000	1.899821	85.4442	92.9558	50
5	3000	SMR	425.0000	8.529886	408.1370	441.8630	24
6	3000	MR	85.1250	2.742156	79.7039	90.5461	24

**Таблица 3. Значимые отличия показателей сенсомоторной активности по критерию Фишера  $p < 0,05$  (красным выделены значимые отличия)**

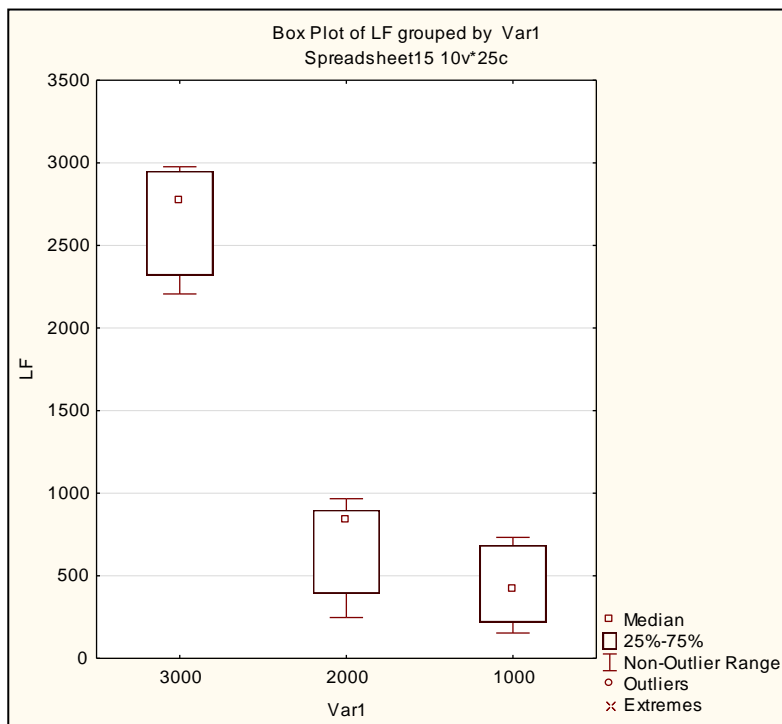
			1	2	3	4	5	6
		МСИ	1000	1000	2000	2000	3000	3000
	МСИ	R1	SMR	MR	SMR	MR	SMR	MR
1	1000	SMR		0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0
2	1000	MR	0.00		0.00000 0	0.45347 3	0.00000 0	0.97402 3
3	2000	SMR	0.00	0.00000 0		0.00000 0	0.07530 9	0.00000 0
4	2000	MR	0.00	0.45347 3	0.00000 0		0.00000 0	0.59743 3
5	3000	SMR	0.00	0.00000 0	0.07530 9	0.00000 0		0.00000 0
6	3000	MR	0.00	0.97402 3	0.00000 0	0.59743 3	0.00000 0	



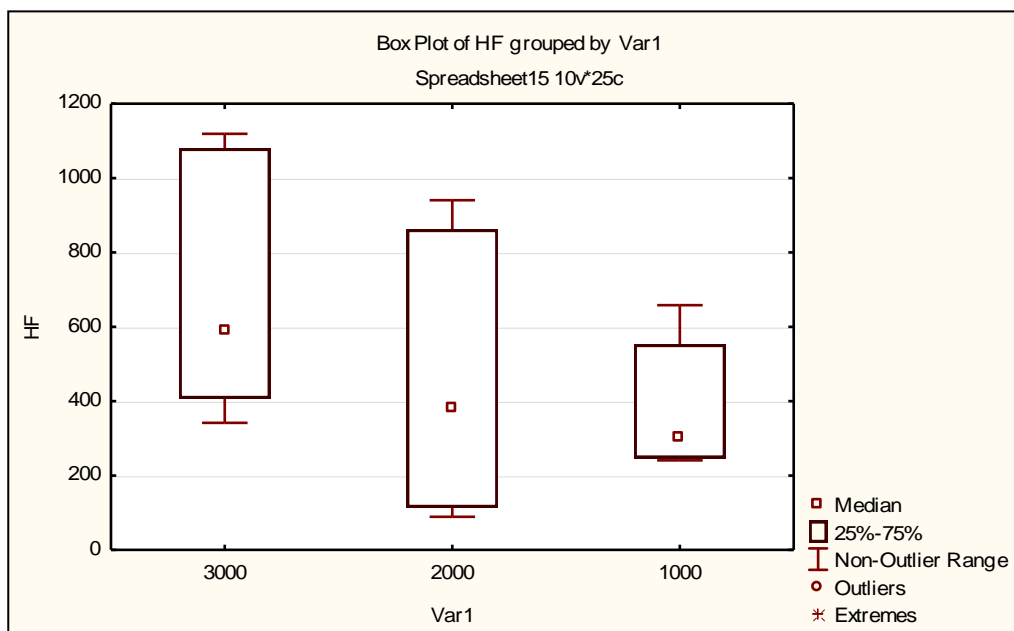
**Рис. 4. Средние значения показателей сенсомоторной активности с доверительным интервалом для всех МСИ (\*-  $p < 0,05$ ) (на распечатанном отчете звездочкой показать значимые отличия)**

**Таблица 4. Средние значения спектральных показателей  
вариабельности сердечного ритма со стандартным отклонением для  
всех МСИ (p<0,05 – отличия значимы)**

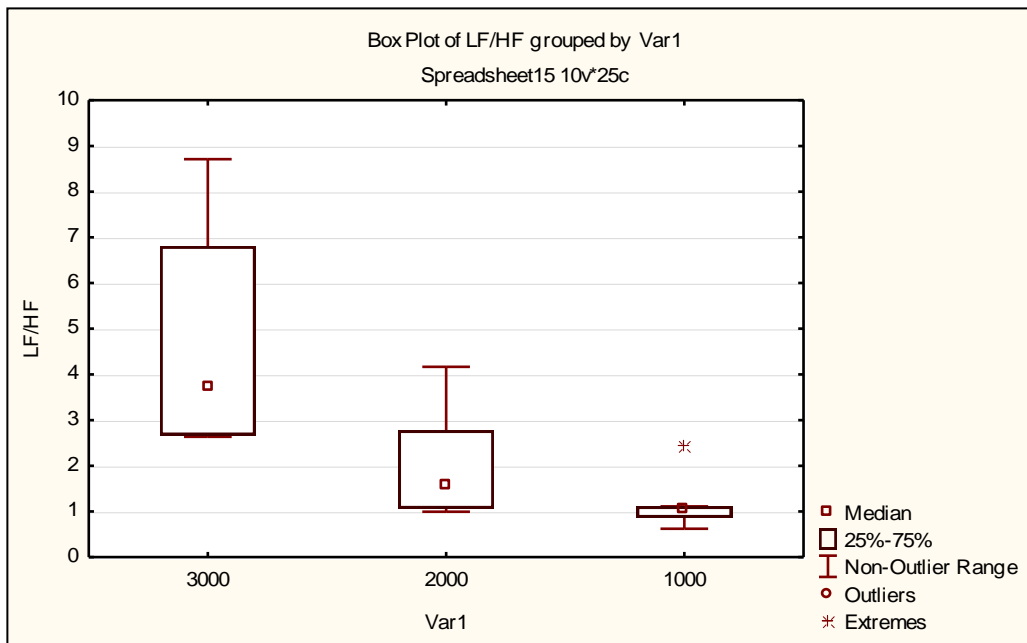
	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	3000	2000				3000	2000	3000	2000	Variances	Variances
LF	2663.434	671.630	13.81861	16	0.000000	7	11	312.2412	289.3167	1.164752	0.790801
LF/HF	4.658	2.021	3.18964	16	0.005701	7	11	2.3390	1.1808	3.923723	0.056048
TP	4274.051	1529.143	7.01745	16	0.000003	7	11	925.0403	730.6110	1.603057	0.485659
HF	692.043	482.049	1.26208	16	0.225006	7	11	322.7152	356.3684	1.219438	0.842298
	3000	1000	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
LF	2663.434	435.565	15.10468	12	0.000000	7	7	312.2412	234.0712	1.77944	0.501107
LF/HF	4.658	1.147	3.84792	12	0.002319	7	7	2.3390	0.5953	15.43892	0.004101
TP	4274.051	1112.215	7.86208	12	0.000004	7	7	925.0403	525.7788	3.09539	0.194940
HF	692.043	383.923	2.25232	12	0.043813	7	7	322.7152	163.8807	3.87778	0.123682
	2000	1000	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
LF	671.630	435.565	1.808810	16	0.089310	11	7	289.3167	234.0712	1.527745	0.624959
LF/HF	2.021	1.147	1.802944	16	0.090262	11	7	1.1808	0.5953	3.934765	0.107269
TP	1529.143	1112.215	1.304031	16	0.210673	11	7	730.6110	525.7788	1.930929	0.434448
HF	482.049	383.923	0.678602	16	0.507087	11	7	356.3684	163.8807	4.728714	0.070455



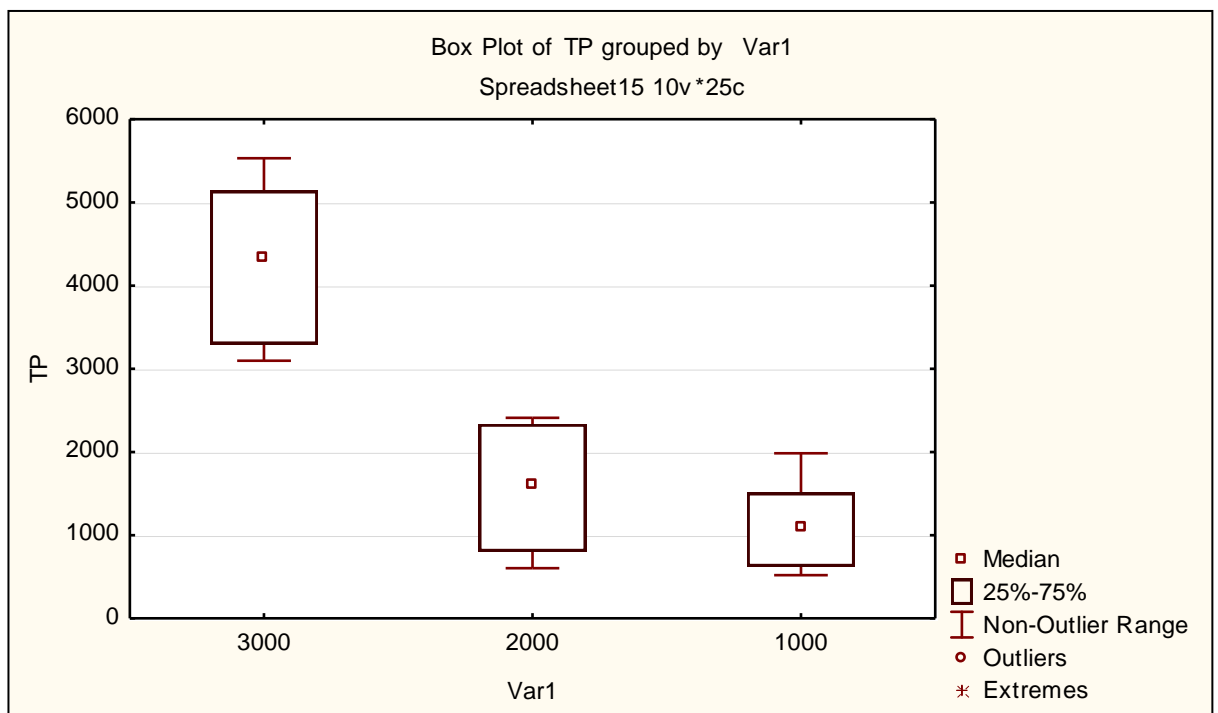
**Рис. 5. Средние значения LF для МСИ 1000, 2000 и 3000 (\*-  $p < 0,05$ ) (на распечатанном отчете звездочкой показать значимые отличия)**



**Рис. 6. Средние значения HF для МСИ 1000, 2000 и 3000 (\*-  $p < 0,05$ ) (на распечатанном отчете звездочкой показать значимые отличия)**



**Рис. 7. Средние значения LF/HF для МСИ 1000, 2000 и 3000 (\*-  $p < 0,05$ )  
(на распечатанном отчете звездочкой показать значимые отличия)**

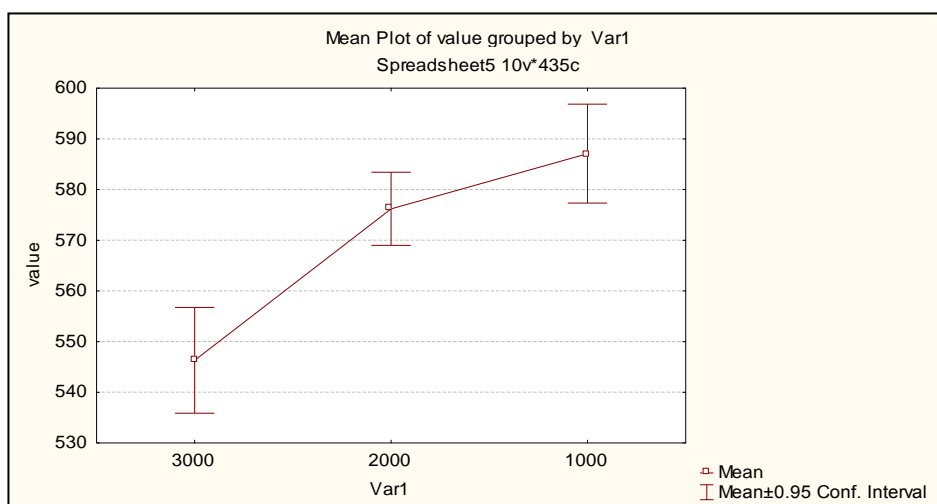


**Рис. 8. Средние значения TP для МСИ 1000, 2000 и 3000 (\*-  $p < 0,05$ ) (на распечатанном отчете звездочкой показать значимые отличия)**



**Таблица 5. Средние значения RR-интервалов со стандартным отклонением для всех МСИ ( $p < 0,05$  – отличия значимы)**

	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	3000	2000				3000	2000	3000	2000	Variances	Variances
value	546.3111	576.2090	-4.80803	310	0.000002	135	177	61.23791	48.58973	1.588370	0.004057
	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	3000	1000				3000	1000	3000	1000	Variances	Variances
value	546.3111	587.0894	-5.62120	256	0.000000	135	123	61.23791	54.66515	1.254930	0.202575
	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	2000	1000				2000	1000	2000	1000	Variances	Variances
value	576.2090	587.0894	-1.81157	298	0.071059	177	123	48.58973	54.66515	1.265704	0.152584



**Рис. 9. Средние значения RR-интервалов для МСИ 1000, 2000 и 3000 (\*- $p < 0,05$ ) (на распечатанном отчете звездочкой показать значимые отличия)**

## **Выводы**

1) После проведения работы было выявлено, что время сенсомоторной реакции при МСИ 1000 значительно отличается от времени сенсомоторной реакции при МСИ 3000 и 2000, а так же время сенсомоторной реакции при МСИ 3000 значительно отличается от времени сенсомоторной реакции при МСИ 2000. Значимых отличий по значениям моторного компонента при различных МСИ выявлено не было.

2) После проведения работы было выявлено, что показатели LF, LF/HF и TP при МСИ 3000 значимо ( $p=0,00$ ;  $p=0,005$ ,  $p=0,00$  соответственно) отличаются от соответствующих показателей при МСИ 2000, а так же показатели LF, LF/HF, TP и HF при МСИ 3000 значимо ( $p=0,00$ ;  $p=0,002$ ,  $p=0,00$ ,  $p=0,04$  соответственно) отличаются от соответствующих показателей при МСИ 1000. При сравнении показателей при МСИ 2000 и 1000 значимых отличий выявлено не было.

3) После проведения работы было выявлено, что значения RR-интервалов при МСИ 3000 значимо отличаются значений RR-интервалов ( $p=0,000$ ) и МСИ 1000 ( $p=0,000$ ). При сравнении RR-интервалов при МСИ 2000 и 1000 значимых отличий выявлено не было.

*Ксения Игоревна Ексина  
Софья Александровна Полевая  
Сергей Борисович Парин*

ПРАКТИКУМ ПО  
МЕТОДУ Событийно-связанной телеметрии ритма сердца

Учебно-методическое пособие

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский  
государственный университет им. Н.И. Лобачевского».  
603950, Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23.