# КГБУ ДО «Алтайский краевой детский экологический центр»

**Алтайский край, г. Барнаул**

Тема: «**Исследование показателей электрокардиограммы у грызунов мини-зоопарка экологического центра с помощью беспроводной системы регистрации «Физиобелт»**

# Мотина Дарья Андреевна КГБУ ДО «Алтайский краевой детский экологический центр», г. Барнаул

10 класс

# Научный руководитель: Сухоруков Евгений Геннадьевич

старший методист КГБУ ДО АКДЭЦ

г. Барнаул, 2020/2021 учебный год

**Оглавление**

**Введение…………………………………………………… 3**

1. **Обзор литературы……………………………………... 4**
2. **Методы исследования………………………………… 10**

**3. Результаты исследования …………………………… 13**

**Выводы…………………………………………………….. 16**

**Список литературы……………………………………….. 17**

**Приложения………………………………………………... 18**

**Введение**

Одним из основных направлений исследований в зоопарках являются изучение здоровья животных. Содержание в неволе - испытание для животных, их природная среда гораздо богаче. Даже если животное проживет в зоопарке дольше, чем в природе, и будет размножаться, это не значит, что оно не испытывает хронического стресса. Одной из специфических задач зоопарка является создание адекватных условий обитания для всех групп животных.

  Главной задачей мини-зоопарка, на базе которого проводилось исследование, является образовательная функция – проведение экскурсий и занятий по вопросам биологии и охраны природы. Зоопарк расположен на территории детского экологического центра, поэтому основными его посетителями являются дети, которые тесно взаимодействуют с питомцами зоопарка. Поэтому в данном случае считаем важным вести мониторинг состояния здоровья  животных. Одним из малоизученных параметров для мелких грызунов являются показатели сердечно-сосудистой системы.

Цель: изучить показатели электрокардиограммы у грызунов мини-зоопарка Алтайского краевого детского экологического центра (АКДЭЦ).

Задачи работы:

### 1. Провести измерение электрокардиограммы некоторых видов грызунов мини-зоопарка экологического центра с помощью беспроводной системы регистрации «Физиобелт».

### 2. Выяснить особенности электрокардиограммы некоторых видов грызунов мини-зоопарка экологического центра.

### 3. Выяснить индекс напряжения (индекс Баевского), отражающий уровень стресса у животного (рассчитывается по электрокардиограмме).

Объекты нашего исследования: представители отряда Грызуны: мышь песчанка, дегу, морская свинка, крыса.

Предмет исследования: физиологические показатели электрокардиограммы у крысы, мыши песчанки, дегу, морской свинки.

Методы исследования: наблюдение, эксперимент.

### Работа проводится в исследовательской лаборатории «Фауна» Алтайского краевого детского экологического центра.

Практическая значимость работы: получить новые данные о физиологическом состоянии животных, содержащихся в условиях мини-зоопарка экологического центра.

В данной работе используется система беспроводной регистрации данных «Физиобелт», которая позволяет получить серии продолжительных записей у животных. Такие записи позволяют изучать новые параметры электрофизиологии животных. Ранее подобных исследований в условиях мини-зоопарка не проводилось.

**1. Обзор литературы**

**1.1.Биологические особенности некоторых видов грызунов**

***Крысы*** - род [грызунов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%8B%D0%B7%D1%83%D0%BD) семейства [мышиных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%8B%D1%88%D0%B8%D0%BD%D1%8B%D0%B5). Длина тела 8-30 см, длина хвоста равна длине тела или больше её, масса от 37-39 граммов до 400-420 граммов. В окраске тела преобладают тёмно-серые или серо-бурые тона, однако встречаются жёлтые, красные и оранжевые оттенки. Пальцы на лапах подвижные. Большинство ведут наземный или полудревесный образ жизни. В качестве убежищ используют норы (как самостоятельно вырытые, так и норы других животных), естественные убежища, гнезда различных животных, а также искусственные убежища. Живут как одиночно, так и образовывая семейные или территориальные группы. Большинство крыс [всеядны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%8F%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C). Размножаются круглый год. Количество крысят в приплоде у разных крыс отличается. У серой крысы может быть от 2 до 22 крысят[10].

Крысы являются одними из основных экспериментальных систем в биологических и медицинских исследованиях. За долгие годы были выведены специальные лабораторные крысы. Благодаря быстрому метаболизму, неприхотливости, неагрессивности они являются одним из основных объектов во многих отраслях биологии. На подопытных крысах в различных научных областях проводится значительное число экспериментов.

Средняя продолжительность жизни крыс составляет 2-4 года, в зависимости от ухода, но они могут жить дольше. Крысы имеют температуру тела 37,5-38 °C, скорость дыхания составляет 70-115 ударов в минуту, их сердце бьется 240-450 раз в минуту. У крыс нет клыков, только резцы и коренные зубы[10].

***Песчанки*** – зверьки некрупные, длина тела в зависимости от вида составляет от 6-7 (карликовая песчанка) до 18-21 см (индийская песчанка). Весят от 10 до 190 граммов. Стройные задние лапы длиннее передних. Хвост чаще длиннее туловища, хорошо опушен, обычно с кисточкой из удлиненных волос на конце. Глаза крупные, расположенные высоко на голове, что увеличивает обзор. Уши маленькие, у некоторых видов даже меньше, чем у мышей[5].

Окраска шерсти у песчанок даже одного вида, но из разных мест обитания, может различаться. Кисточка на хвосте выполняет сигнальную функцию, принимая участие в коммуникациях. Большинство песчанок живет в суровых условиях пустынь, где днем воздух прогревается до 50° С. В последнее время, песчанки часто становятся домашними любимцами. В природе продолжительность жизни песчанок составляет 1-2 года, в домашних условиях могут прожить до 5 лет [5].

***Морская свинка* -** вид одомашненных [грызунов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%8B%D0%B7%D1%83%D0%BD%D1%8B) из рода [свинок](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B8) семейства [свинковых](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5" \o "Свинковые). Длина тела от 25 до 35 см зависит от породы, хвост малоприметен, у породистых висячие ушки, широкая тупая мордочка. Взрослый самец морской свинки весит 1000—1500 г, а самка — 800—1200 г. Природная окраска коричневато-сероватая, с более светлым брюшком. Выведено много пород, различающихся структурой, длиной и окраской шерсти [10].

Морские свинки — хорошие домашние животные, доверчивые и добродушные, можно приучить откликаться на кличку. Мурлычут и издают различные звуки при поглаживании. Любят сидеть на руках. Для морских свинок опасны падения даже с маленькой высоты.

Морские свинки издают различные звуки. Продолжительность жизни морских свинок до 8 лет, но в среднем 5 лет. Беременность морской свинки длится от 60 до 70 дней. Рождаются 1—6 детёнышей [10].

***Дегу* -** грызун, распространённый на территории Боливии, Перу, Чили предпочитающий каменистые биотопы, поросшие кустарником. Питаются травой, листьями кустарников, корой деревьев, семенами и корнями. Корм запасают в норах или закапывают его в землю. В зимнее время года питаются сухими листьями и сеном. Длина тела от 9 до 22 см, длина хвоста 65—105 мм. Весят в среднем 200—300 граммов. Мех короткий, очень мягкий. Мордочка вытянутая, глаза сильно- или слабовыпуклые, с вертикальными зрачками, уши закруглённые, длинные [10].

Спина серо-коричневая, часто с оранжевым оттенком. Брюшко — кремово-жёлтое. Лапы бледно-серые. Кончик хвоста может быть белым, с небольшой кисточкой. Будучи пойманными за хвост, сбрасывают с него кожу, оставляя её нападающему, и убегают. Оголившийся участок хвоста дегу отгрызают. У самок 4 пары сосков. Поле зрения почти 360 градусов, что позволяет им наблюдать за происходящим вокруг не двигая головой.

Слуховой аппарат очень чувствительный и позволяет слышать им такие звуки, которые для человека почти что неуловимы. Зубов у дегу 20. Шерсть у дегу имеет окраску агути - кончик волоса светлый, середина черная. Такая окраска позволяет дегу отлично маскироваться в дикой природе. Хвост покрыт короткой, грубой щетиной. К концу хвоста волосы становятся длиннее и образуют кисточку [10].

***Сердце грызунов***имеет план строения в общем свойственный для плацентарных. Однако при этом оно еще несет некоторые примитивные черты: наличие левой краниальной полой вены, продолжительное сохранение после рождения у многих (кролик, морская свинка, мышь и др.) синусных клапанов, у некоторых пожизненное сохранение их остатков (иногда видоизмененных), сильная выделенность вверх конуса правого желудочка; пристенные створки предсердно-желудочковых клапанов в большинстве случаев четко не выделены[5].

У всех грызунов сердце имеет клиновидную форму. Оно имеет 4 камеры: 2 предсердия, 2 желудочка. У дегу сердце слегка приплюснуто сверху и снизу. Все камеры сердца более расширены. В связи с этим у животных могут развиваться некоторые патологии, связанные с образованием тромбов и нарушением кровообращения[5].

Наряду с этим сердце грызунов имеет ряд интересных адаптивных черт, достигающих большой специализации. Дуга аорты, при более или менее выраженной восходящей ее части, очень крутая с отдачей 2—3 стволов[4].

Форма сердца и его величина варьируют у различных представителей, чаще овальной формы с тупой верхушкой при низком положении правого желудочка и при выраженной сзади 3-ей продольной борозде. Сердце лежит сравнительно полого, в начале входной части грудной клетки.

У водных грызунов отмечается весьма сильное развитие правого желудочка и резкая выделенность его выводного конуса[5].

**1.2. Что такое ЭКГ**

Метод исследования биоэлектрической активности сердца, получивший название электрокардиография основан на регистрации электрических потенциалов, возникающих в сердце. Уже на протяжении половины столетия хорошо известно, что возникновение биоэлектрических явлений в сердечной мышце - это проникновение электрических ионов через мембрану кардиомиоцита[11].

Высокая концентрация ионов калия внутри клетки или во внеклеточной жидкости и пониженная концентрация ионов натрия внутри клетки, чем вне ее, обусловливает появление разницы потенциала между наружной и внутренней поверхностью клеточной мембраны. В покое наружная поверхность мембраны имеет положительный заряд, вследствие высокой концентрации ионов натрия, а внутренняя - отрицательный, вследствие преобладания внутри клетки отрицательно заряженных ионов хлора и др. В сердечных клетках уровень потенциала может достигать 90 мв и его называют потенциалом покоя [2].

Под действием различных раздражителей (механического, химического, электрического и др.) клеточная мембрана становится проницаемой для ионов натрия, которые вследствие разницы концентрации начинают продвигаться внутрь клетки и переносят туда свой положительный заряд, а наружная поверхность мембраны соответственно приобретает отрицательный заряд. Этот процесс получил название ***деполяризации.***

После окончания периода возбуждения клеточная мембрана вновь становится менее проницаемой для ионов натрия, но более проницаема для калия. Выход калия из клетки преобладает над поступлением натрия в клетку, поэтому наружная поверхность мембраны снова постепенно приобретает положительный заряд, а внутренняя - отрицательный. Этот процесс получил название ***реполяризации.*** Когда вся наружная поверхность вновь приобретает положительный заряд, а внутренняя - отрицательный, вновь будет зафиксирован потенциал покоя[4].

Процесс деполяризации с последующим восстановлением потенциала покоя называют ***потенциалом действия***, что соответствует систоле сердца, потенциал покоя соответствует диастоле. В процессе возбуждения клетки сердца, новый, даже мощный раздражитель не способен вызвать новое возбуждение. Это свойство имеет название ***абсолютного рефрактерного периода***. И лишь только в самый последний момент окончания реполяризации появляется возможность отвечать на очень сильный дополнительный стимул. Это явление получило название - ***относительной рефрактерности.***

Описаные процессы относятся к возбуждению единичного кардиомиоцита. Возникающий же при деполяризации импульс вызывает возбуждение соседних участков миокарда, оно постепенно охватывает все сердце. Возбуждение сердца начинается в синусовом узле, который представляет собой участок специфической нервно-мышечной ткани. Он расположен в стенке правого предсердия непосредственно у места впадения в предсердие верхней полой вены[3].

Синусовый узел - основной источник ритма сердца. От синусового узла процесс возбуждения распространяется на предсердие по предсердным проводящим путям, связывающим синусовый узел с атриовентрикулярным соединением. Подобно синусовому узлу, атриовентрикулярное соединение обладает автоматизмом, однако с более низкой частотой импульсации.

Сердцу присущи свойственные только ему функции. Функция автоматизма заключается в способности сердца вырабатывать электрические импульсы при отсутствии всяких внешних раздражителей[6].

Последовательность возбуждения мышечных масс сердца, обусловленная автоматизмом синусового узла и проведением импульса по проводящей системе сердца к отдельным кардиомиоцитам, формирует мощный электрический потенциал сердечной мышцы, регистрируемой с помощью накладываемых на поверхность тела электродов. Регистрация этих потенциалов во времени и графическое их отображение и есть ***электрокардиограмма*** [6]***.***

***Элементы ЭКГ***

Зарегистрированный на ЭКГ потенциал сердца содержит ряд

последовательных зубцов, обозначаемых буквами Р, Q, R, S, Т. Форма и величина этих зубцов различна в разных электрокардиографических отведениях.

***Протокол записи ЭКГ***

Основные правила:

1. Зубцы амплитудой 5 мм и больше обозначаются заглавной буквой латинского алфавита, а менее 5 мм - прописными.

2. Интервалы и сегменты рассчитываются с точностью до 0.01 с.

3. За зубец Q принимают первый отрицательный зубец желудочкового комплекса, предшествующий зубцу R; все остальные отрицательные зубцы обозначаются зубцами S.

4. Зубец R всегда положителен, а зубцы Q и S отрицательные.

5. Если зубцов R или S несколько, то последующие обозначаются цифрами рядом и выше зубца. Например: qRsr1s1.

6. При расшифровки зубцов Р и Т учитывается знак (+ , - , +-, -+), амплитуду, форму.

7. Сегмент ST учитывается по отношению к изолинии: на изолинии, выше или ниже изолинии, на сколько миллиметров[8].

Изучение приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы мелких грызунов дает возможность выявить ряд особенностей в состоянии основных функций сердечной мышцы, о чем свидетельствуют соответствующие различия в отдельных элементах электрокардиограммы. Она является показателем тех электрических явлений, которые возникают во время возбуждения сердца[8].

Направление зубцов ЭКГ в стандартных отведениях соответствует определенному положению электрической оси сердца или его положению в грудной полости. Обычно под электрической осью сердца подразумевается средняя электрическая ось комплекса QRS. Она характеризует направление электродвижущих сил сердца в момент записи ЭКГ и является как бы равнодействующей многочисленных потенциалов, которые возникают в отдельных мышечных элементах сердца.

Как и у большинства млекопитающих, у грызунов отмечается определенная зависимость продолжительности сердечного цикла (R—R) и диастолы (Т—Р) от размеров тела и частоты пульса зверьков. У представителей отдельных видов с увеличением массы тела и падением пульса наблюдается увеличение сердечного цикла и продолжительности диастолы. Например, у мелких грызунов длительность одного сердечного цикла составляет 0.065—0.098 с[1].

Большая частота пульса у мышей при относительно малой диастолической фазе сердца свидетельствует о высокой интенсивности обменных процессов, протекающих в сердечной мышце этих зверьков. У лабораторных (белых) мышей и крыс также прослеживается зависимость диастолы сердца от частоты пульса [1].

Предсердно-желудочковая или атриовентрикулярная проводимость (Р-Q) с увеличением сердечного цикла грызунов удлиняется. На нормальных ЭКГ мелких грызунов зубец Р всегда положительный. Он имеет закругленную или слегка заостренную вершину и колеблется в пределах 1.0-1.5 мм. Зубец Q, который входит в состав желудочкового комплекса, на ЭКГ мышей и полевок обычно отсутствует. Наиболее отчетливо у них прослеживается зубец R. Особенно высок он во II стандартном отведении (R2) и представляет собой круто восходящее колено с острой вершиной. ЭКГ мышей заметно различаются по вольтажу зубца R2, который у первых в среднем больше на 0.25 мВ[1].

Следует отметить, что на ЭКГ мышевидных грызунов зубец S, который характеризует полный охват возбуждением желудочков, может отсутствовать и тогда комплекс RST лежит выше изоэлектрической линии. В этом случае нисходящее колено зубца R у грызунов без образования сегмента S-Т переходит непосредственно в зубец Т. Последний у мышей положительный, заостренный, размером 0.21-0.25 мВ (во втором отведении). Особенностью ЭКГ грызунов является также частичное слияние зубца R с Т, который хорошо проявляется только при большой скорости лентопротяжного механизма (100 мм/с) [1].

Работа сердечной мышцы существенно влияет на кровяное давление, величина которого повышается при учащении пульса. Увеличенный приток венозной крови к сердцу, например при активной мышечной деятельности, также вызывает повышение ее давления, что объясняется усилением скорости сердцебиений.

У здоровых животных наблюдаются постоянные колебания давления крови, связанные с особенностями их сердечной деятельности. По литературным данным, известно, что у домовых мышей систолическое, или максимальное, давление колеблется в пределах 95-125 мм рт. ст., а диастолическое, или минимальное, — 67-90 мм рт. ст.

С увеличением массы тела (и возраста) животных наблюдаются закономерные изменения функциональной деятельности сердечной мышцы, заключающиеся в уменьшении частоты пульса и повышении артериального давления[5].

В тесной связи с рассмотренными параметрами кровообращения находится и скорость кровотока. Относительным ее показателем может служить отрезок времени, в течение которого кровь проходит определенный участок сосудистой системы. Рефлекторная регуляция дыхательных движений животных тесно связана с регуляцией кровообращения. Раздражение рефлексогенных зон, расположенных в стенках сердечно-сосудистой системы, вызывает ответную реакцию как со стороны сердечной деятельности, так и почти одновременно с ней дыхательной системы[1].

Как и сердечный ритм, средняя скорость кровообращения у животных различных видов во многом определяется массой их тела. Время кровотока по пути яремная вена—сонная артерия заметно увеличивается в отряде грызунов от мелких видов к крупным. Артериальное давление и скорость кровотока во многом определяется образом жизни животных - их поведением и степенью развития локомоторных функций[7].

**Методы исследования**

### Работа проводилась в исследовательской лаборатории «Фауна» Алтайского краевого детского экологического центра в течение 10 месяцев.

Объект нашего исследования: представители отряда Грызуны: дегу, мышь песчанка, морская свинка, крыса Методы исследования: наблюдение, эксперимент. В лаборатории «Фауна» установлено программное обеспечение «Физиобелт», подобраны по размеру жилеты для дегу, морских свинок, крыс и мышей песчанок для снятия ЭКГ (Фото 1, 2 Приложения).

В ходе работы, мы изучили показатели ЭКГ крыс, мышей песчанок, морских свинок и дегу содержащихся в мини-зоопарке АКДЭЦ. Эксперимент был выполнен на 3 самках и 3 самцах грызунов каждого вида (всего 24 особи), содержащихся в зоопарке в стандартных условиях (Фото 4,5, 6 Приложения). Замеры проведены в трехкратной повторности.

Система «Физиобелт» предназначена для длительной регистрации и передачи по радиоканалу ЭКГ-сигнала с частотой опроса 500 Гц и используется в составе компьютерной системы, обеспечивающей беспроводной прием данных и их обработку при исследовании ЭКГ животных среднего и мелкого размера.

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

ПО «Физиобелт» позволяет:

- регистрировать данные с биоусилителей и сохранять их в формате EDF

- в реальном времени производить расчет пульса и кадриоинтервалограммы

- передавать в реальном времени сырые данные и данные анализа

- загружать файлы EDF для просмотра и анализа ЭКГ в терминах вычисления R-R интервалов

- сохранять результаты анализа в текстовом, табличном (Excel) и графическом форматах

**Основные характеристики и преимущества системы «Физиобелт»:**

- Длительность работы не менее 10 часов от полностью заряженного аккумулятора, более 100 суток в режиме ожидания

- Дальность передачи 10 метров

- Масса не более 50 грамм

**В состав комплекта «Физиобелт» входит:**

- Беспроводной усилитель Физиобелт

- Набор электродов

- Радиомодуль с USB интерфейсом

- Прикладное программное обеспечение

- Жилеты для животных

**Новые возможности системы «Физиобелт»:**

- На корпусе усилителя отсутствуют какие-либо кнопки, что максимально упрощает работу с ним

- Усилитель возможно подзаряжать с помощью беспроводной зарядки

- Программное обеспечение позволяет производить анализ сердечного ритма (R-R интервалы) животного в режиме реального времени и сохранять значения R-R интервалов в текстовый или табличный Excel файл.

**Системные требования**

- Операционная система Microsoft Windows 10

- Microsoft .NET Framework 4.5

- Один USB-порт (если нет встроенного адаптера Bluetooth 4 BLE)

**Подготовка к эксперименту**

Для того, чтобы начать эксперимент необходимо:

1. Закрепить жакет на грызуне

2. Прикрепить устройство «Физиобелт» при помощи липучки к жакету

3. Наполнить отверстие для электродов электропроводящим гелем при помощи шприца

4. Вставить электроды в отверстия

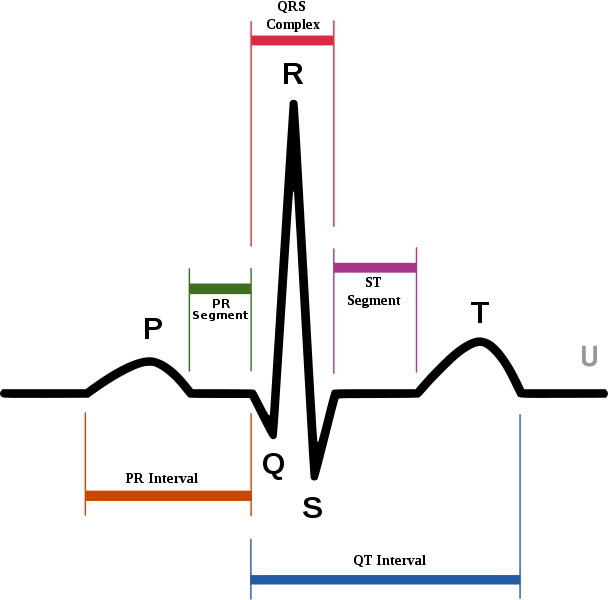
5. Убедиться в хорошем контакте электродов и датчика с кожей грызуна

После завершения записи открывается окно анализа ЭКГ.

Длительность времени записи составляла минимум 30 секунд. Замеры проведены в трехкратной повторности. Расчеты проводились в программном пакете Microsoft Office (Excel). Анализ полученных данных ЭКГ производился в программе EDF browser.

**Принципы расшифровки ЭКГ**

Электрокардиография считается наиболее простым методом определения качественной работы сердца, причем как в норме, так и патологии. Но для того чтобы определить степень нарушения, необходима расшифровка ЭКГ сердца, так как фиксация указанных импульсов выполняется с помощью специфического графического изображения на протяжении определенного времени.



На электрокардиограмме схематически изображено три основных показателя:

1. Зубцы – выпуклости с острым углом, направленные вверх или вниз и обозначаются P, Q, R, S, T;
2. Сегменты – являются расстоянием между близлежащими зубцами;
3. Интервал – промежуток, включающий и зубец, и сегмент.

Для исследования вегетативного тонуса широко используются записи ЭКГ или кардиоинтервалограммы (КИГ). Наиболее распространенным является метод обработки кардиоинтервалов с помощью гистографического анализа: вычисляется мода распределения, ее амплитуда и вариационный размах и на основании этих параметров вычислялся интегральный показатель — ***индекс напряжения*** (индекс Баевского) (ИН). Индекс напряжения пропорционален средней частоте сердечных сокращений и обратно пропорционален диапазону, в котором варьирует интервал между двумя ударами сердца[8].

Индекс Баевского - индекс, показывающий степень централизации в управлении сердечным ритмом, рассчитывается по электрокардиограмме, с помощью специальной формулы. Назван в честь российского ученого — Романа Марковича Баевского, который впервые применил его.

В норме в спокойном состоянии сердечный ритм преимущественно регулируется собственным водителем ритма и теми местными влияниями, которые поступают от симпатических и парасимпатических ганглиев, а также уровнем некоторых гормонов в крови (например, адреналина). При этом частота сердечного ритма волнообразно меняется, разброс времени между отдельными сердечными ударами достаточно велик, ИН низкий, (не превышает 100 у. е.) [5].

При состояниях, требующих повышенной готовности, быстроты реакции, при стрессе и некоторых патологических состояниях к регуляции сердечного ритма, подключаются более высокоорганизованные структуры мозга — ствол и кора головного мозга. Ритм становится более правильным, время между ударами одинаковым, — это так называемый «жёсткий ритм». При этом ИН сильно увеличивается[8].

При патологических состояниях со стороны сердца (стенокардия, ишемическая болезнь сердца) ИН также увеличивается, и при высоком риске возникновения инфаркта миокарда может превышать 500—600 у. е. У особей со здоровой сердечно-сосудистой системой, на фоне стресса, повышенного внимания, готовности, этот показатель повышается иногда до 200—300 у. е., причем, чем выше этот показатель — тем сильнее уровень стресса[5].

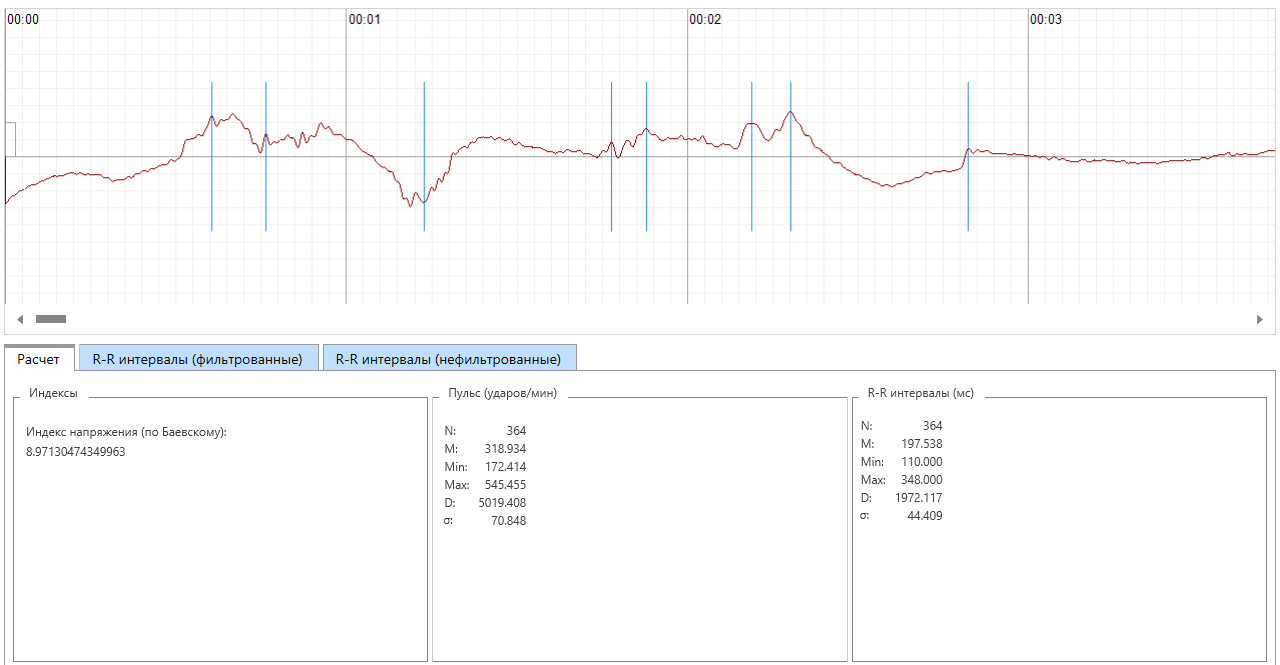
**3. Результаты исследования**

В ходе работы, мы изучили показатели ЭКГ крыс, мышей песчанок, морских свинок и дегу содержащихся в мини-зоопарке АКДЭЦ. Эксперимент был выполнен на 3 самках и 3 самцах грызунов каждого вида (всего 24 особи), содержащихся в зоопарке экологического центра в стандартных условиях (Фото 3-10 Приложения).

Показатели ЭКГ крысы содержащейся в мини-зоопарке, представлены на рисунке 1.

Рисунок 1

Показатели ЭКГ крысы



В ходе анализа параметров ЭКГ было выявлено, что зубец P положительный с амплитудой 0,8±0,3 мВ и длительностью 0,026±0,005 с. Сегмент PQ в 15% отсутствовал, его длительность варьировала от 0,024 до 0,026 с., а так же отсутствовал зубец Q.

Далее был рассмотрен зубец R: амплитуда - 1,7±1 мВ, длительность – 0,03±0,001 с.

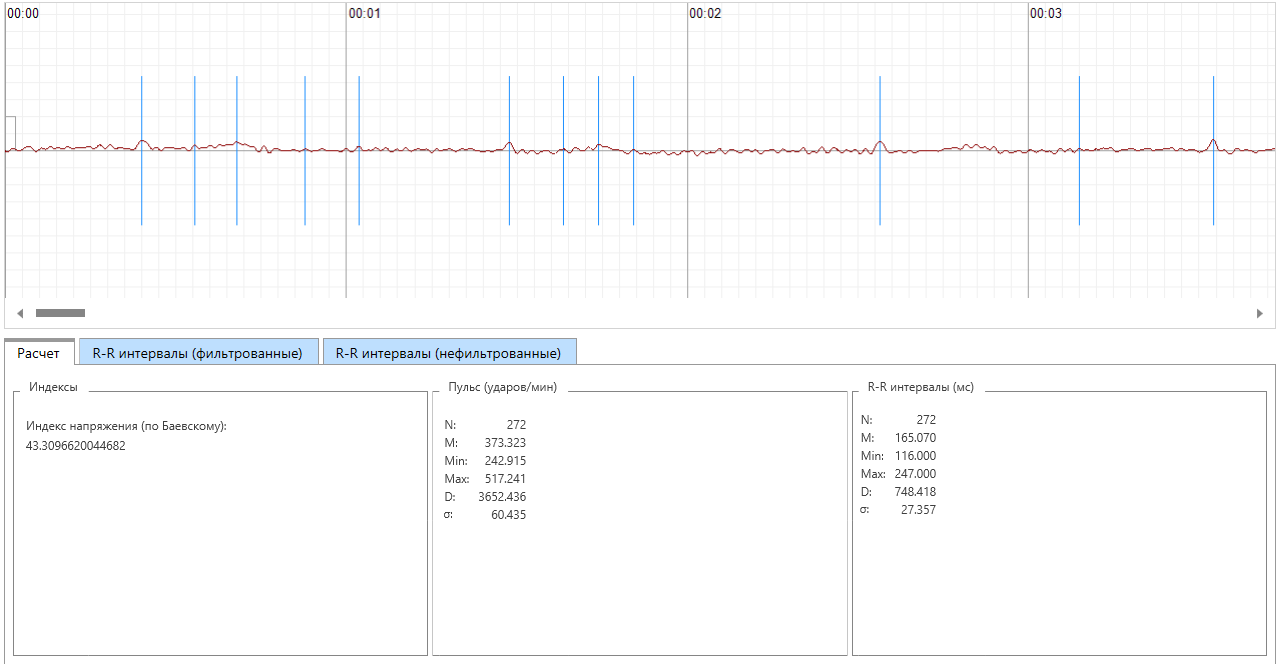
В 37% зубца S не наблюдалось, амплитуда остальных соответствовала 2,7±3 мВ, а длительность – 0,02±0,007 с.

Значения амплитуды зубца Т были равны 0,6- 1 мВ, а длительности – 0,04±0,016 с. Сегмент ST в 31% отсутствовал, в других же значения распределялись от 0,01 до 0,02 с. Частота сердечных сокращений крыс соответствовала 364±41 удар в минуту. Индекс напряжения (по Баевскому) составил 8,97. Данные показатели находятся в пределах физиологических норм.

Показатели ЭКГ мыши-песчанки содержащейся в мини-зоопарке, представлены на рисунке 2.

Рисунок 2

Показатели ЭКГ мыши-песчанки

****

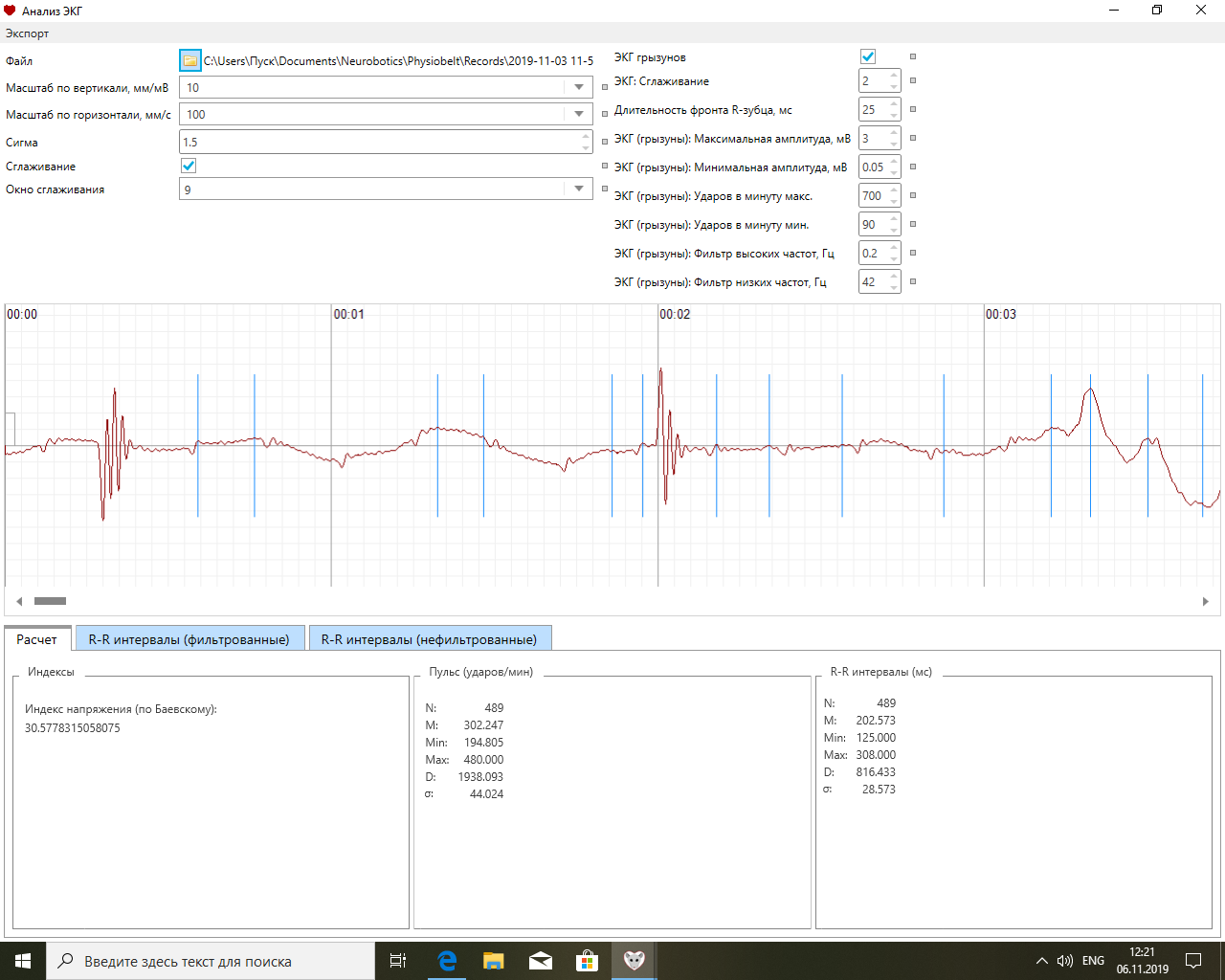
При анализе формы данных получаемого сигнала на протяжении 30-ти секунд отсутствуют артефакты, что указывает на состояние покоя животного и отсутствия у него стресса. ЧСС составила 272 ± 25 ударов в минуту.

Индекс напряжения (по Баевскому) составил 43,3. Данные показатели находятся в пределах физиологических норм.

Показатели ЭКГ морской свинки содержащейся в мини-зоопарке, представлены на рисунке 3.

Рисунок 3

Показатели ЭКГ морской свинки

****

В ходе анализа параметров ЭКГ мы увидели, что зубец P положительный с амплитудой 2,6±1,2 мВ и длительностью 0,016±0,006 с. Сегмент PQ отсутствует. Далее был рассмотрен зубец R: амплитуда - 3,1±2 мВ, длительность – 0,03±0,001 с. Значения амплитуды зубца Т были равны 1,6±0,8 мВ, а длительности – 0,012±0,005 с. Сегмент ST -   
отсутствует. Частота сердечных сокращений морской свинки соответствовала 489±22 удара в минуту.

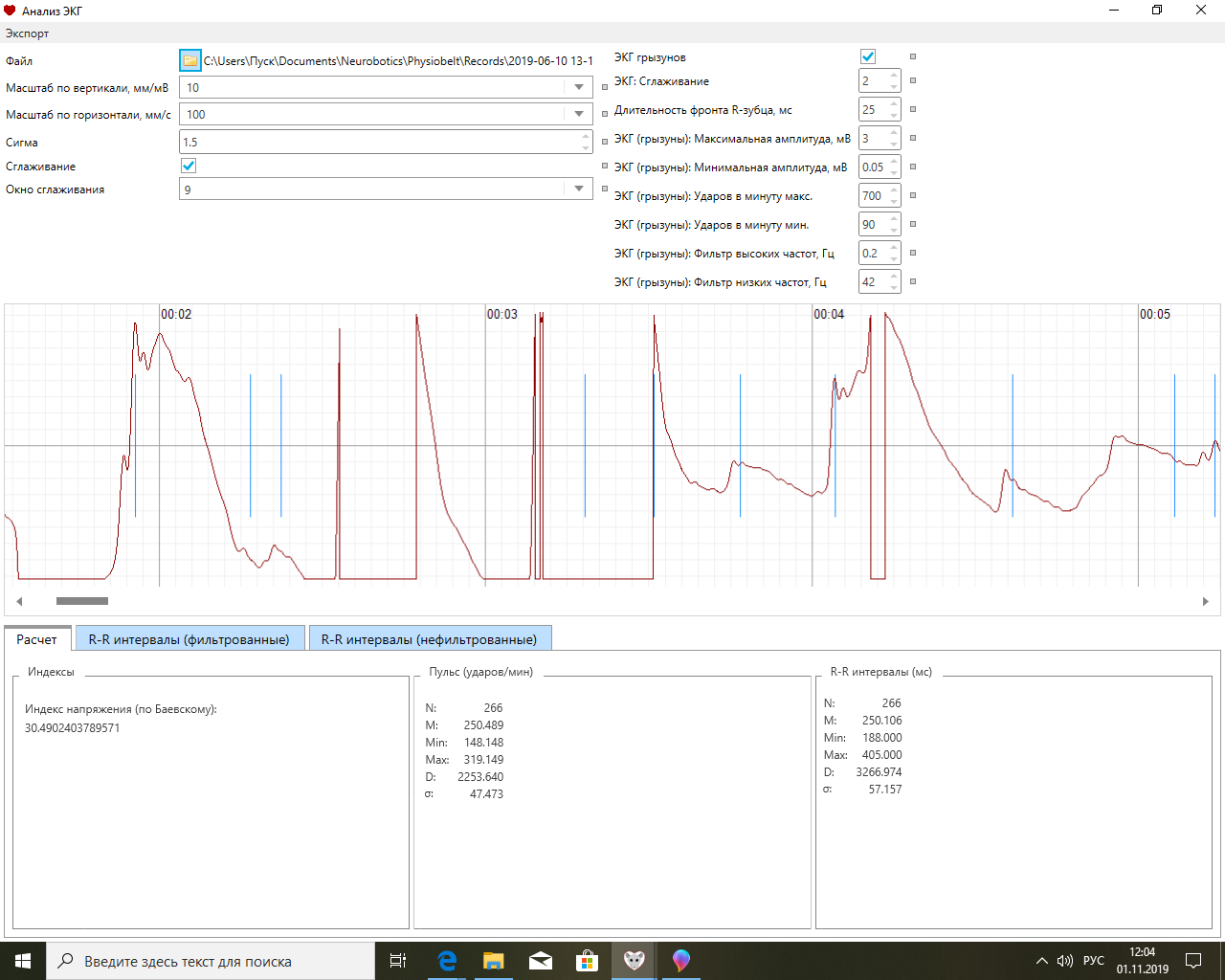
Длительность электрической систолы желудочков (QRST) оказалась равной 20-23 мс. Данные показатели находятся в пределах физиологических норм.

Индекс напряжения (по Баевскому) составил 30,5, что находится пределах нормы.

Показатели ЭКГ дегу, содержащихся в мини-зоопарке, представлены на рисунке 4.

Рисунок 4

Показатели ЭКГ дегу



Из анализа параметров ЭКГ мы видим, что зубец P положительный с амплитудой 7,2±0,5 мВ и длительностью 0,016±0,006 с. Сегмент PQ в 35% отсутствовал, его длительность варьировала от 0,014 до 0,025 с., и зубец Q отсутствовал. Далее был рассмотрен зубец R: амплитуда - 14,0±1,5 мВ, длительность – 0,02±0,001 с. Зубца S не наблюдалось. Значения амплитуды зубца Т были равны 02- 4 мВ, а длительности – 0,02±0,007 с. Сегмент ST отсутствовал. Частота сердечных сокращений соответствовала 266±21 удар в минуту.

Длительность электрической систолы желудочков (QRST) оказалась равной 9-12 мс.

Индекс напряжения (по Баевскому) составил 43,3. Данные показатели находятся в пределах физиологических норм.

**Выводы**

1. Было освоено измерение электрокардиограммы с помощью беспроводной системы регистрации «Физиобелт» и проведено измерение электрокардиограммы крыс, мышей песчанок, морских свинок и дегу мини-зоопарка экологического центра.

2. В ходе экспериментального исследования было выявлено, что максимальные значения амплитуд зубцов распределялись в достаточно широком диапазоне, поэтому к оценке данного показателя следует подходить индивидуально в отношении каждого лабораторного животного. Значения длительности и частоты сердечных сокращений у обследуемых видов грызунов варьировали незначительно, что позволяет использовать их для формирования показателей контрольных групп в дальнейших исследованиях.

3.Индекс напряжения (по Баевскому) находился в пределах физиологических норм у всех обследуемых видов грызунов мини-зоопарка экологического центра.

**Список литературы**

1. Автаева Ю.Н., Просвирнин А.В. Неинвазивная регистрация ЭКГ у мышей // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 4-3.;

2. Воробьев, А.С. Электрокардиография: пособие для самостоятельного изучения / А.С. Воробьев. - СПб.: СпецЛит, 2011. - 455 c.;

3. Дощицин, В.Л. Руководство по практической электрокардиографии / В.Л. Дощицин. - М.: МЕДпресс-информ, 2015. - 416 c.;

4**.** Каркищенко Н. Н., Грачев С. В. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях //М.: Профиль–2С. – 2010. – Т. 358.

5. Каркищенко В. Н., Шмидт Е. Ф., Брайцева Е. В. Исследователи предпочитают мышей balb/c //Биомедицина. – 2007. – Т. 1. – №. 1.

6. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. М.: Медицина. 1983. 528с.

7. Пигичка Ю.Л. Компьютерные технологии в учебно-исследовательской деятельности обучающихся: Групповое исследование учащимися глобальных проблем современности с использованием новых информационных технологий. – СПб., 1999.

8. Струтынский А.В. Электрокардиограмма. Анализ и интерпретация. – М.: МЕДпресс- информ, 2013. – 223 с.;

9. Ткаченко П.В, Липатов В.А., Привалова И.Л., Северинов Д.А, Хмаро Н.И. Этико-правовые аспекты экспериментальной практики// Электронный научный журнал «INNOVA». - 2016. - №1 (2). - С. 29-35.

 10. Хаткина, М. А. Декоративные грызуны. Рекомендации по уходу и содержанию / М.А. Хаткина. - М.: Феникс, Кредо, 2007. - 224 c.

11. Циммерман, Ф. Клиническая электрокардиография / Ф. Циммерман. - М.: Бином, 2008.

Интернет-источники:

[http://www.zoovet.ru](http://www.zoovet.ru/)

[http://www.ratfanclub.org](http://www.ratfanclub.org/)

[http://www.biosensoran.ru](http://www.biosensoran.ru/)

[http://www.pharmasco.com](http://www.pharmasco.com/)

[http://ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org/)

[http://ratguide.com](http://ratguide.com/).

Приложение



Фото 1. Система беспроводной регистрации данных «Физиобелт»



Фото 2. Подготовка системы «Физиобелт» к работе



Фото 3. Подготовка к снятию ЭКГ у крысы



Фото 4 . Подготовка к снятию ЭКГ у морской свинки.



Фото 5. Снятие ЭКГ у морской свинки



Фото 6. Подготовка к снятию ЭКГ у мыши песчанки



Фото 7. Снятие ЭКГ у мыши песчанки



Фото 8. Снятие ЭКГ у дегу





Фото 9. Снятие ЭКГ у крысы

Фото 10. Запись ЭКГ у крысы