

**Институт информационных и  
вычислительных технологий  
МОН РК**



# **МАТЕРИАЛЫ**

**научной конференции  
Института информационных и  
вычислительных технологий  
МОН РК  
«Современные проблемы информатики  
и  
вычислительных технологий»  
2 - 5 июля 2018 года**



**Алматы 2018**

50	Жомартова Л.М., Рахимова Д.Р.	ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКУРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ ФЛЕКТИВНЫХ КЛАССОВ	103
54	Искакова М.Т., Калижанова А.У., Айткулов Ж.С., Тогжанова Г.О.	РЕАЛИЗАЦИЯ КАРКАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В AUTODESK INVENTOR	107
58	Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Рог О.А.	МНОГОУРОВНЕВОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДЕЛИ ТИПИЗИРОВАННОГО АТРИБУТНОГО РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА	111
68	Калимолдаев М.Н., Магзом М.М., Косынбай Е.Б.	ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ	120
75	Калимолдаев М.Н., Тынымбаев С.Т., Магзом М.М.	О ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ НЕПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ	128
80	Картбаев А.Ж.	АНАЛИЗ МЕТОДОВ АНГЛО-КАЗАХСКОГО ВЫРАВНИВАНИЯ СЛОВ	133
83	Кубеков Б.С., Утегенова А.У., Науменко В.В., Аленова Р.А.	ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СЕМАНТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ	136
88	Литвиненко Н.Г., Литвиненко А.Г., Шаяхметова А.С., Мамырбаев О.Ж.	К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ СВИДЕТЕЛЬСТВ В БАЙЕСОВСКИХ СЕТЯХ	143
93	Мазаков Т.Ж., Айпанов Ш.А., Тусупова С.А., Байрбекова Г.С., Зиятбекова Г.З., Мазакова А.Т.	БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛИЦУ	152
98	Мазаков Т.Ж., Исимов Н.Т., Зиятбекова Г.З., Жолмагаметова Б.Р., Джомартова Д.Т., Бдырышбаева М.Б.	ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ЭКГ НА МИКРОПРОЦЕССОРАХ	159

## ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ЭКГ НА МИКРОПРОЦЕССОРАХ

Мазаков Т.Ж., Исимов Н.Т., Зиятбекова Г.З., Жолмагаметова Б.Р.,  
Джомартова Д.Т., Ыдырышбаева М.Б.

*Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК*  
e-mail: tmazakov@mail.ru

**Аннотация.** Разработан экспериментальный вариант системы психологического тестирования с фиксированием физиологических параметров тестируемого в реальном времени. В качестве источников физиологических данных определены данные электрокардиограммы (ЭКГ). Программно-аппаратный комплекс психофизиологического тестирования позволяет при ответе на каждый вопрос теста фиксировать и оценивать психофизиологическое состояние тестируемого, что дает дополнительную информацию для психолога.

**Ключевые слова:** электрокардиограмма, микропроцессор, обработка сигналов, психологические тесты.

**Введение.** В эпоху научно-технического прогресса с его напряженными ритмами, новыми специфическими условиями деятельности человека, значительно возрастают требования к его интеллектуальным, эмоциональным и волевым ресурсам. В этой связи особенно остро возникает потребность со стороны кадровых подразделений организаций в объективном психофизиологическом портрете личности. Основным аппаратом психологов являются психологические тесты. Однако, как показывает практика, в связи общей доступностью к тестам в последнее время увеличился эффект субъективизма.

Бурное развитие компьютерной техники способствовали автоматизации проведения и обработки психологического тестирования [1] и применения новых методов математической обработки биомедицинских данных [2]. Современные возможности по разработке различных датчиков [3] и удешевление микропроцессоров также открыли широкую возможность по внедрению аппаратно-программных средств оценки психофизиологического портрета личности [4-6].

Вышеизложенные обстоятельства диктуют необходимость в создании объективной системы профессионального отбора личности.

### Основная часть

Для системы профессионального отбора определен ряд тестов (рекомендованных психологическими службами кадровых подразделений). Разрабатывается система психологического тестирования на казахском и русском языках с фиксированием физиологических параметров тестируемого в реальном времени. В качестве источников физиологических данных определены данные ЭКГ. На платформе Arduino [7] разработаны система приема и обработки данных с датчиков ЭКГ.

Для подключения датчиков ЭКГ использована микросхема AD8232 (продукт компании Analog Devices), который представляет собой интегрированный блок обработки сигнала для ЭКГ и других биопотенциальных задач [8]. Микросхема предназначена для получения, усиления и фильтрации слабых биопотенциальных сигналов в условиях сильных помех.

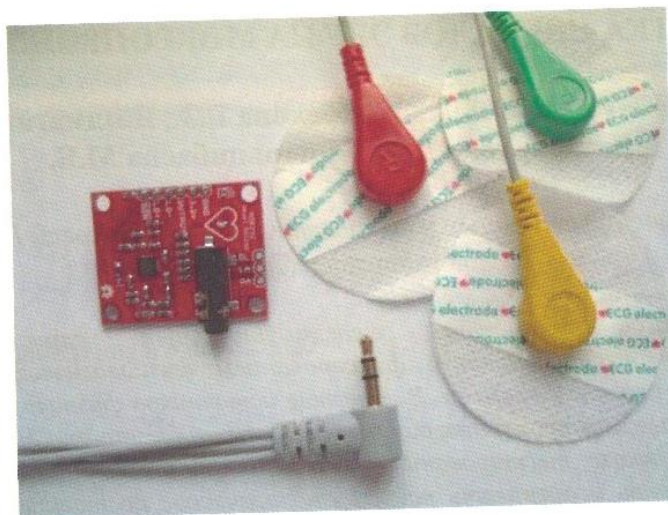


Рис.1 Общий вид микросхемы AD8232 и датчиков ЭКГ

Основные характеристики AD8232 (рисунок 1):

- Низкое потребление тока: 170 мкА,
- Напряжение питания: однополярное от 2 до 3,5 В,
- Rail to Rail выходной сигнал,
- Количество электродов: 2 или 3,
- Количество отведений ЭКГ: 1,
- Встроенный фильтр ВЧ помех,
- 2-полюсный фильтр высоких частот,
- 3-полюсный фильтр низких частот,
- Коэффициент ослабления синфазного сигнала: 80 дБ,
- Детектор контакта электродов,
- Выходной сигнал: аналоговый [8].

Для получения кардиограммы электроды прикрепляются на грудь и конечности, с которых снимаются сигналы электрической активности сердца.

Отличительной особенностью данного модуля является его компактность и внешнее подключение к компьютерам, что позволяет создавать мобильные системы диагностического оборудования. Устройство соединяется с компьютером через USB-разъем.

Программно-аппаратный комплекс психофизиологического тестирования позволяет при ответе на каждый вопрос теста фиксировать и оценивать психофизиологическое состояние тестируемого, что дает дополнительную информацию для психолога.

При обработке физиологических данных вычисляются следующие параметры ЭКГ, необходимые для математической модели оценки состояния испытуемого.

Данные от датчиков ЭКГ поступают в виде числа, характеризующего амплитуду сигнала ЭКГ, с интенсивностью (частотой) 160 отсчетов за 1 сек. Обозначим через  $x_k$   $k$ -ый сигнал ЭКГ относящийся к  $k$ -му воздействию (пробе). На рисунке 2 представлен график изменения ЭКГ по времени. На рисунке 3 представлен общий вид одного периода сигнала ЭКГ.

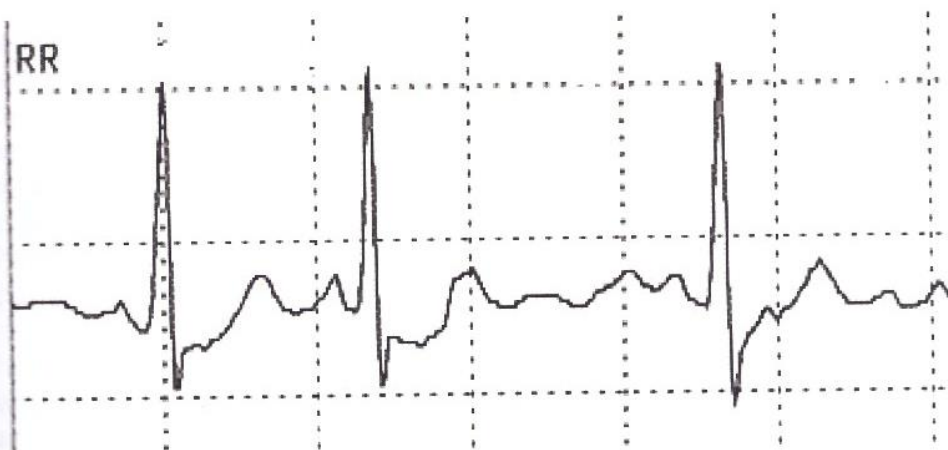


Рис.2 График изменения сигнала ЭКГ

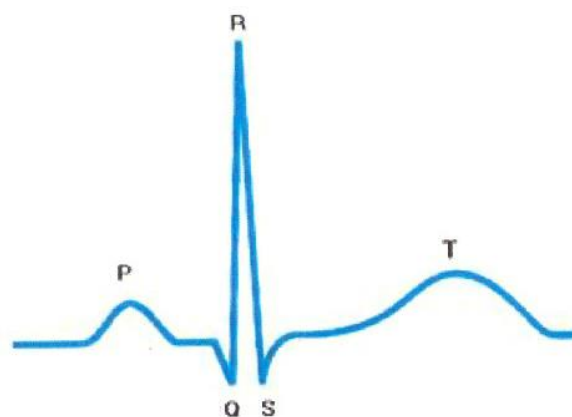


Рис.3 Общий вид одного периода сигнала ЭКГ

В качестве измеряемых параметров используются следующие данные:

- минимальная амплитуда ЭКГ;
  - максимальная амплитуда ЭКГ;
  - среднее значение амплитуды;
  - среднеквадратичное отклонение;
  - минимальное значение RR-интервала
  - максимальное значение RR-интервала
  - минимальное значение Т-пика амплитуды
  - максимальное значение Т-пика амплитуды
  - минимальное смещение Т-пика
  - максимальное смещение Т-пика
  - минимальное значение интеграла RR-интервала
  - максимальное значение интеграла RR-интервала
  - минимальное значение сдвиговой функции
  - максимальное значение сдвиговой функции.
- Первые четыре параметра вычисляются по формулам:

$$x_{cp}^{(k)} = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} x_i^{(k)},$$

$$x_{min}^{(k)} = \min_{i=1, n_k} x_i^{(k)},$$

$$x_{max}^{(k)} = \max_{i=1, n_k} x_i^{(k)},$$

$$\sigma^{(k)} = \frac{1}{n_k} \sqrt{\sum_{i=1}^{n_k} (x_i^{(k)} - x_{cp}^{(k)})^2},$$

$$z^{(k)} = \max\{x_{max}^{(k)} - x_{min}^{(k)}, \sigma^{(k)}\},$$

Для вычисления остальных характеристик применяются следующие процедуры. В силу периодического характера сигнала, выделяются каждый отдельно выбранный RR-интервал. Во время обработки фоновых данных, формируется усредненная форма сигнала ЭКГ, свойственная конкретному тестируемому в спокойной обстановке. Для фонового усредненного RR-интервала обозначим через  $Y_i, i = 1, 100$ . Таким образом, вектор  $Y$  характеризует форму индивидуального фонового RR-интервала. В процессе обработки данных ЭКГ, поступающих во время последующих воздействий (вопросы-ответы) выделяются соответственно RR-интервалы. Обозначим через  $Z_i, i = 1, 100$ . Здесь через  $L_r$  обозначена длина очередного RR-интервала. При обработке вектора выделяется - зубец, который характеризуется смещением  $L_t$  относительно начала RR-интервала и амплитудой. Вычисляется площадь RR-интервала -  $S$ . Вычисляется значение сдвиговой функции  $F$ :

$$S = \int z(t) dt = \sum_{i=1}^{L_r} z_i,$$

$$F = \sum_{i=1}^{100} (y_i - z_i)^2,$$

При изменении психофизиологического состояния исследуемого (например, при стрессе) учащается или становится реже дыхание (что фиксируется изменением размаха RR-интервалов), уменьшается амплитуда - пика (сигнал "размазывается"), изменяется амплитуда и положение - пика. Все перечисленные признаки могут быть определены программно и использованы при диагностике исследуемого.

В качестве дополнительного параметра анализируется также время отклика на каждый вопрос теста.

### Заключение

Разработан аппаратно-программный комплекс психофизиологического тестирования, позволяющий фиксировать и оценивать психофизиологические

использование тестируемого при ответе на каждый вопрос теста. Разработан графический интерфейс пользователя приложения. Отличительной особенностью данного модуля является его компактность, и внешнее подключение к компьютерам, что позволяет использовать мобильные системы диагностического оборудования. В дальнейшем планируется создание интерфейса на казахском и русском языках, что расширит контингент пользователей комплекса.

Ожидается использование аппаратно-программного комплекса для получения психофизиологического портрета личности при приеме на работу в государственные и частные организации, а также на службу в правоохранительные органы.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту АР05132044 «Разработка аппаратно-программного комплекса оценки психофизиологических параметров человека».

#### **Литература**

1. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. – Санкт-Петербург: Братство, 2004. – 364 с.
2. Донцов В.И., Крутько В.Н., Кудашов А.А. Виртуальные приборы в биологии и медицине. М.: Ленанд 2009. – 216 с.
3. Шарапов В.М. и др. Датчики. - М.: Техносфера, 2012. -624 с.
4. Кулачев А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика. – М.: Форум, ИНРФА-М, 2010. – 640 с.
5. Новые методы электрокардиографии //Под ред. Грачева С.В., Иванова Г.Г., Шаркина А.Л. – М.: Техносфера, 2007.- 552 с.
6. Дмитриева Н.В. Системная электрофизиология. Системный анализ электрофизиологических процессов. – М.: Сайнс-пресс, 2008. – 256 с.
7. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. – 400с.
8. Оптические датчики сердечного ритма. Простой кардиомонитор своими руками. - <http://cxem.net/medic/medic37.php> (05 июня 2018 года).

### **МЕТРИКА ФИШЕРА – РАО НА СФЕРЕ ДЛЯ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТУР ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

**Макаренко Н.Г.<sup>1,2</sup>, Рыбинцев А.С.<sup>1</sup>, Князева И.С.<sup>1,2</sup>, Волобуев Д.М.<sup>1,2</sup>,  
Каримова Л.М.<sup>2</sup>, Пак И.Т.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Главная астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,

Казахстан

e-mail: [ng-makar@mail.ru](mailto:ng-makar@mail.ru)

*Аннотация.* В статье обсуждается распознавание текстур на цифровых изображениях методами вычислительной топологии и римановой геометрии. Топологические свойства паттернов представлены отрезками (баркодами),