

Тема:

# Программная система распознавания сигналов на основе матриц вероятностей переходов

Студент:

Домнина Н.А.

Руководитель:

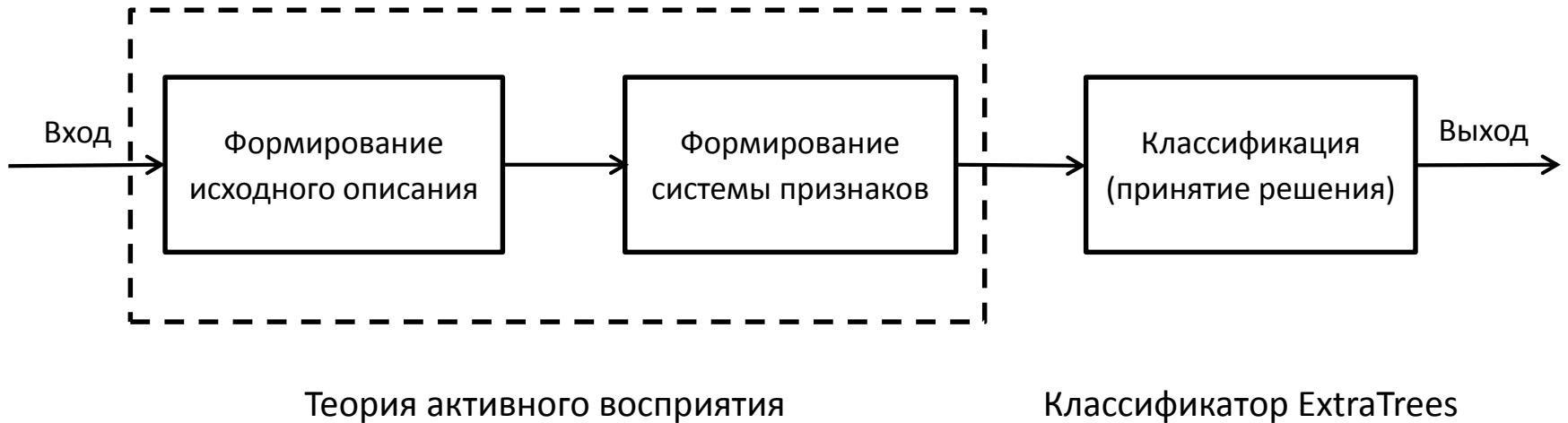
к.т.н. доцент Гай В.Е.

# Актуальность работы

Цель работы – реализация неинвазивного метода определения уровня сахара в крови по результатам обработки данных, полученных с электрокардиограммы.

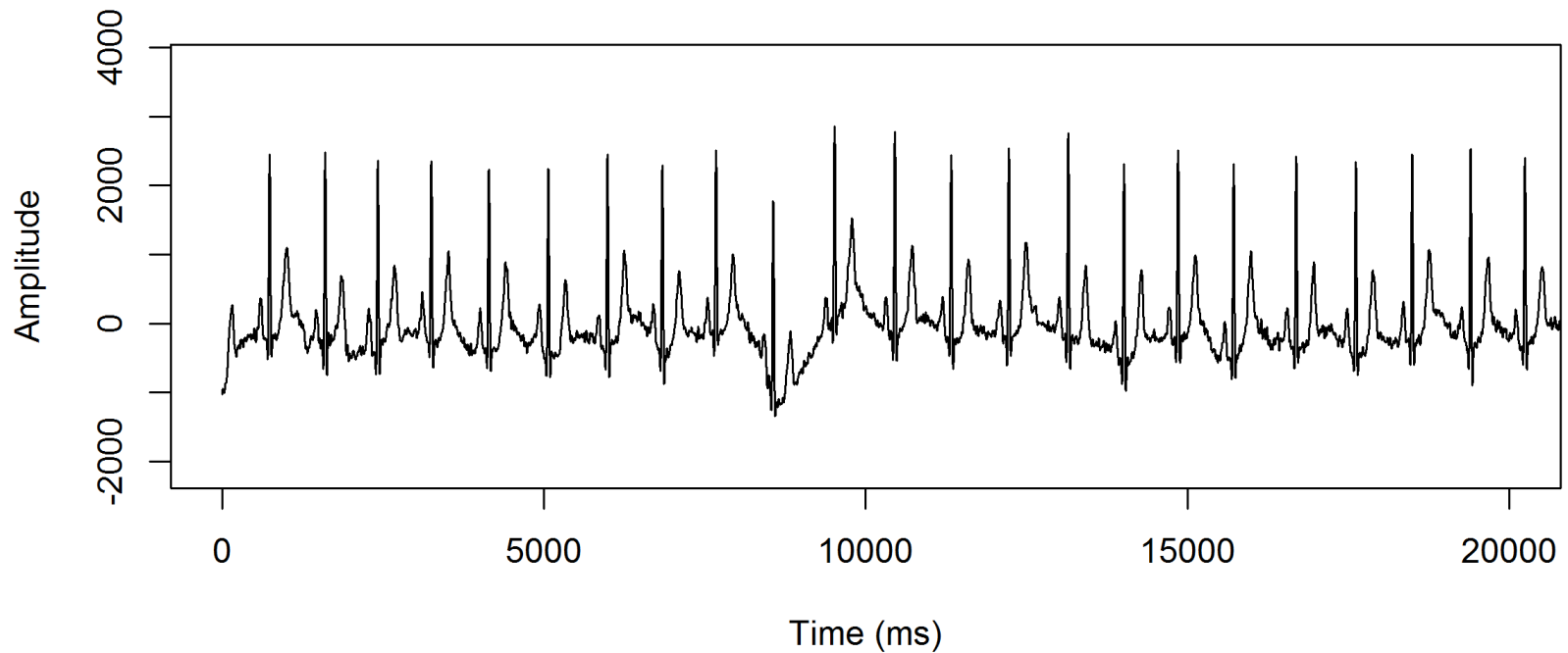


# Этапы распознавания



# Исходный сигнал

Звуковой файл в формате .wav



# Формирование исходного описания

U - преобразование

$$g(t) = \sum_{k=(t-1) \cdot L + 1}^{t \cdot L} f(k), t = \overline{1, N}$$

Q - преобразование

где

$L$  – число отсчётов, входящих в сегмент,

$N$  – число сегментов сигнала,

$f(k)$  –  $k$ -ый отсчёт сигнала  $f$ ,

$g(t)$  –  $t$ -ый отсчёт сигнала  $g$ .

$$\mu(k, c(t)) = \sum_{i=0}^{M-1} F_k(i) \cdot g\left(\frac{((t-1) \cdot M + 1) + i}{M}\right),$$

где

$k = \overline{0, M-1}, t = \overline{0, |c|-1}, c = \{1, P, 2 \cdot P, 3 \cdot P, \dots, N - T \cdot P\}$  – множество значений смещений по сигналу  $g$ ,

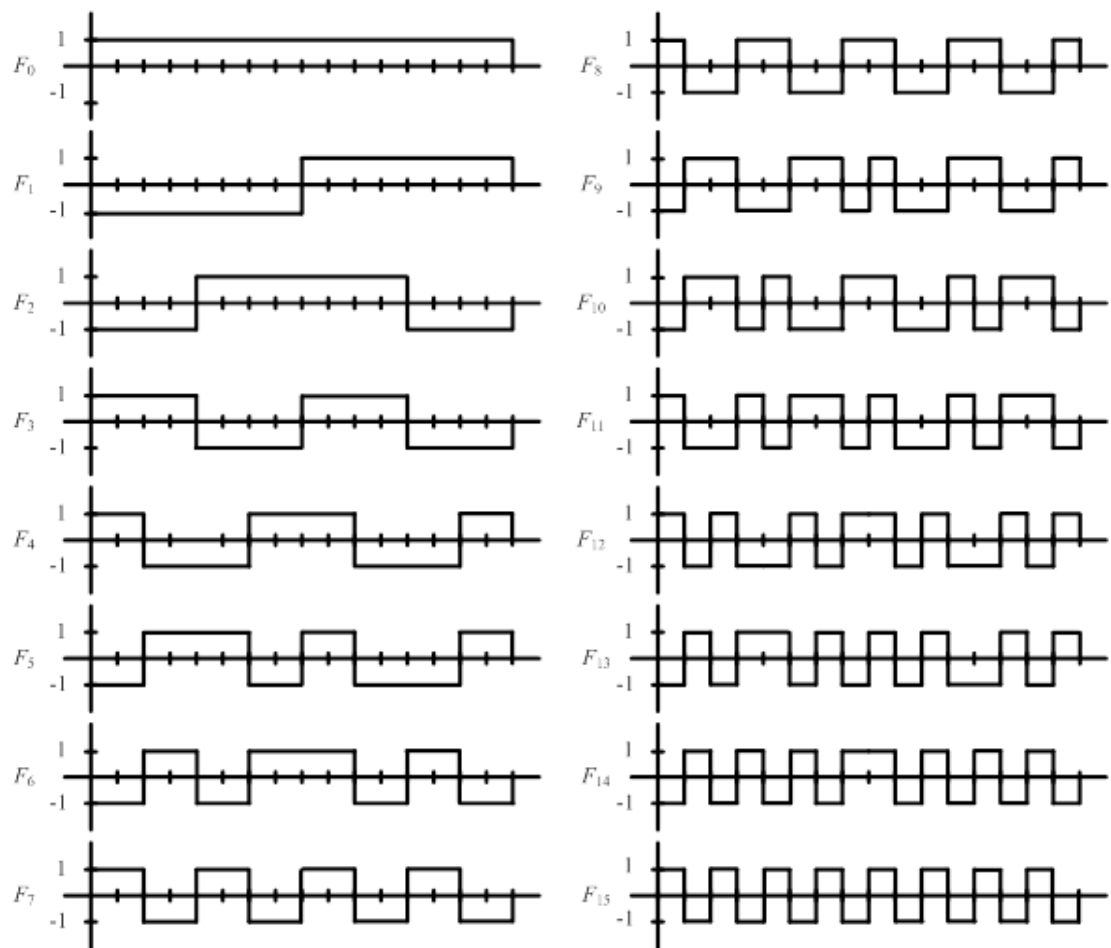
$F_k$  – множество фильтров Уолша системы Хармута

$|c|$  – мощность множества  $c$ ,

$P$  – величина смещения по сигналу  $g$  ( $1 \leq P \leq M$ ),

$M$  – число используемых фильтров.

# Используемые фильтры



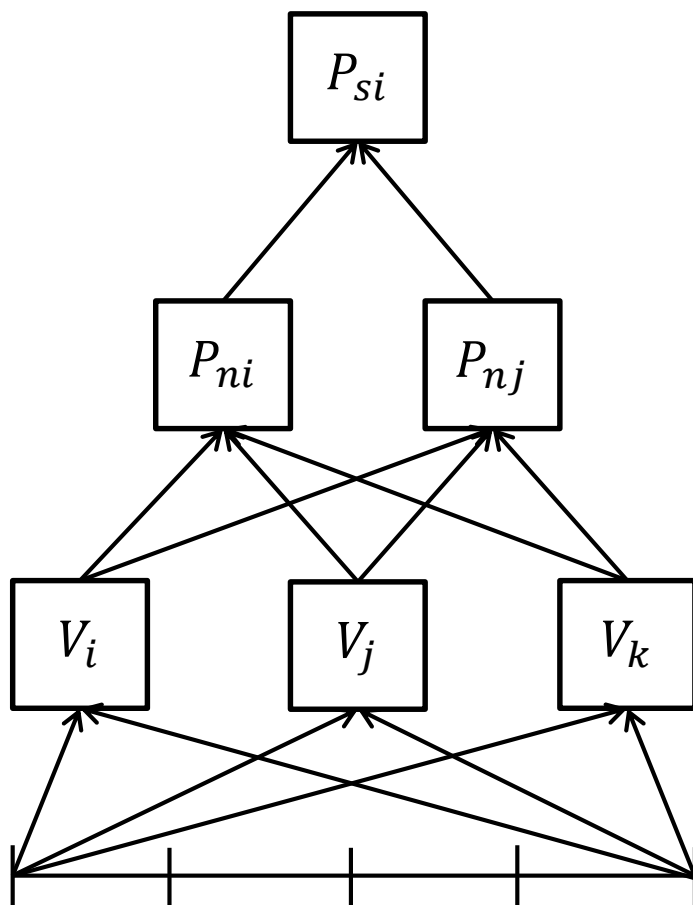
# Формирование системы признаков.

## Алгебра групп

Если  $\mu_i < 0 \rightarrow \bar{V}_i$

Если  $\mu_i > 0 \rightarrow V_i$

Если  $\mu_i = 0 \rightarrow$  оператор  $V_i$  отсутствует в описании сигнала



$\{P_{si}\}$  ← Замкнутые группы  
 $P_{si} = \{V_i, V_j, V_k, V_r\}$

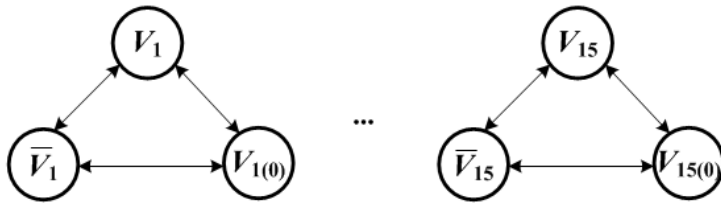
$\{P_{ni}\}$  ← Полные группы  
 $P_{ni} = \{V_i, V_j, V_k\}$

$\{V_i\}$  ← Операторы

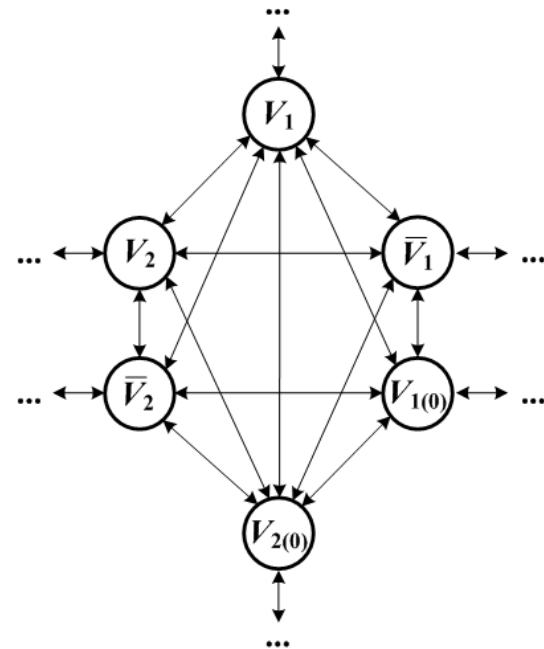
# Формирование системы признаков.

## Матрицы вероятностей переходов

Графы переходов между операторами, без учёта связей между операторами:

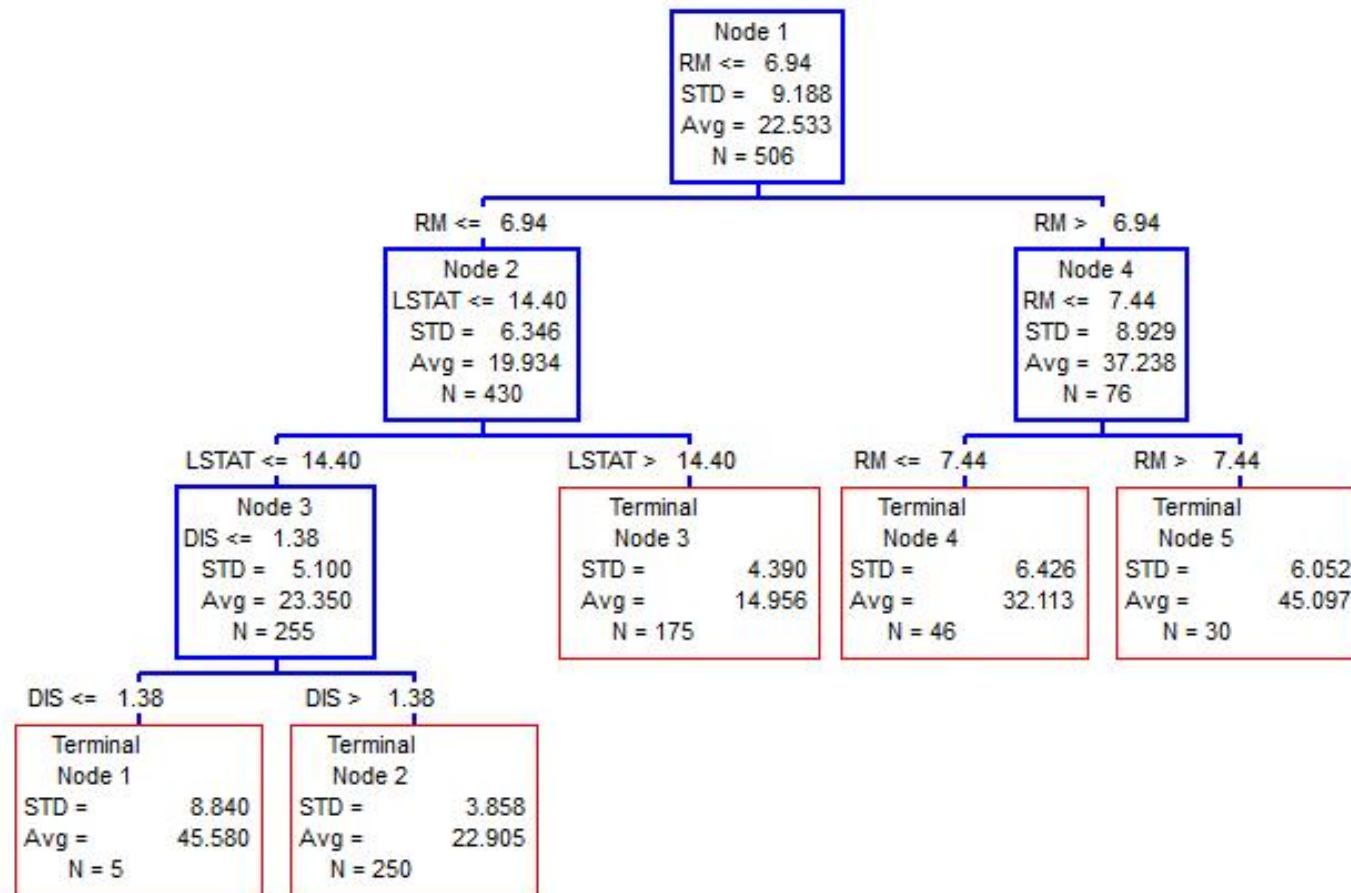


Графы переходов между операторами (полными группами), с учётом связей между операторами:

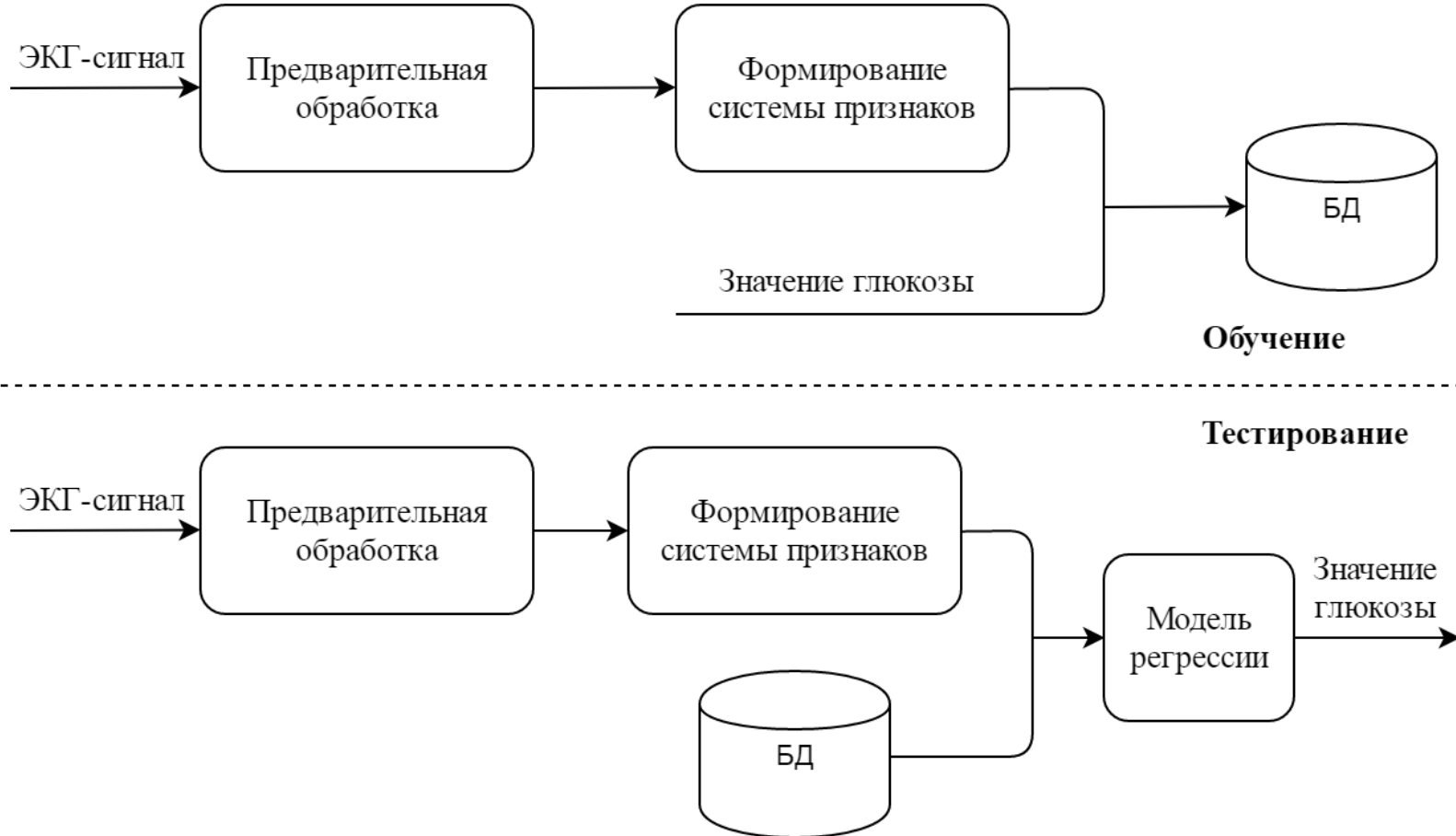




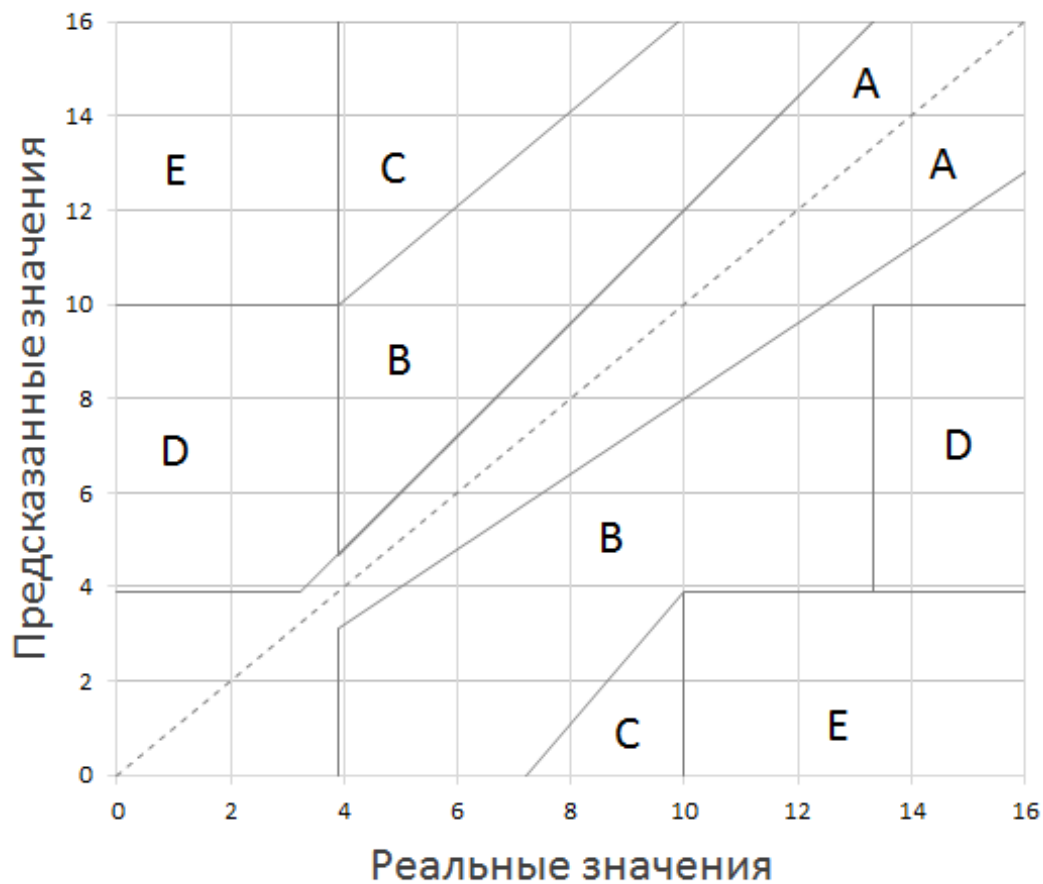
# Принятие решения. Классификатор ExtraTrees



# Вычислительный эксперимент

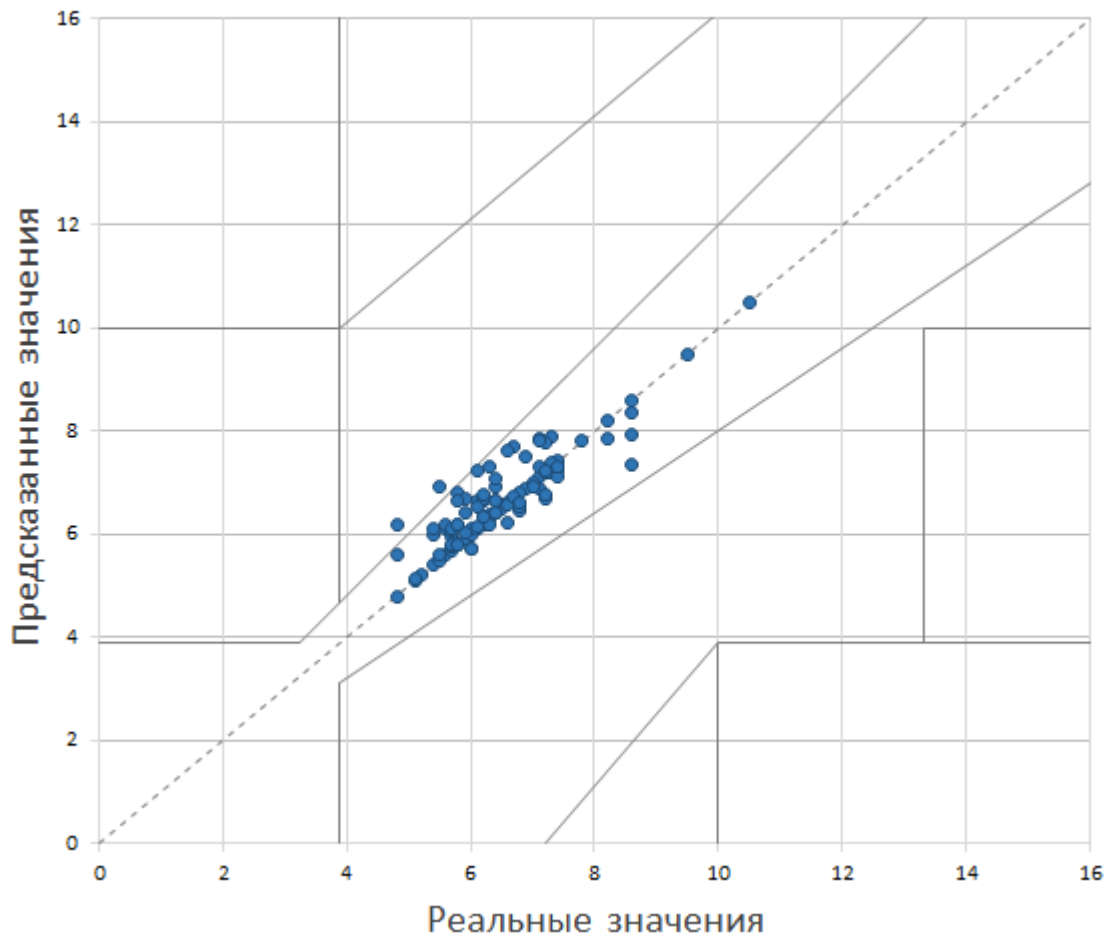


# Диаграмма Кларка



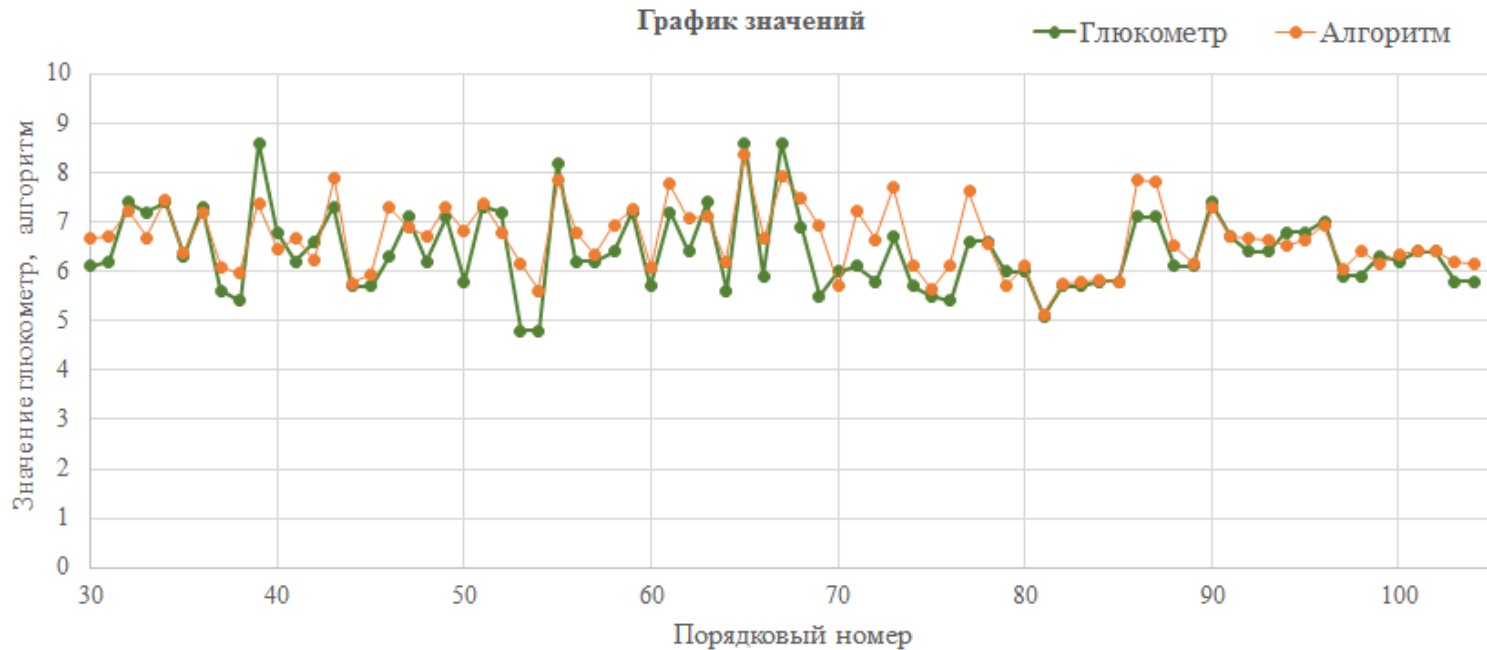
# Пациент 1003

Диаграмма ошибок Кларка



Зоны	ET	SVR
A	97.33%	92.47%
B	2.67%	7.53%
C	0.00%	0.00%
D	0.00%	0.00%
E	0.00%	0.00%

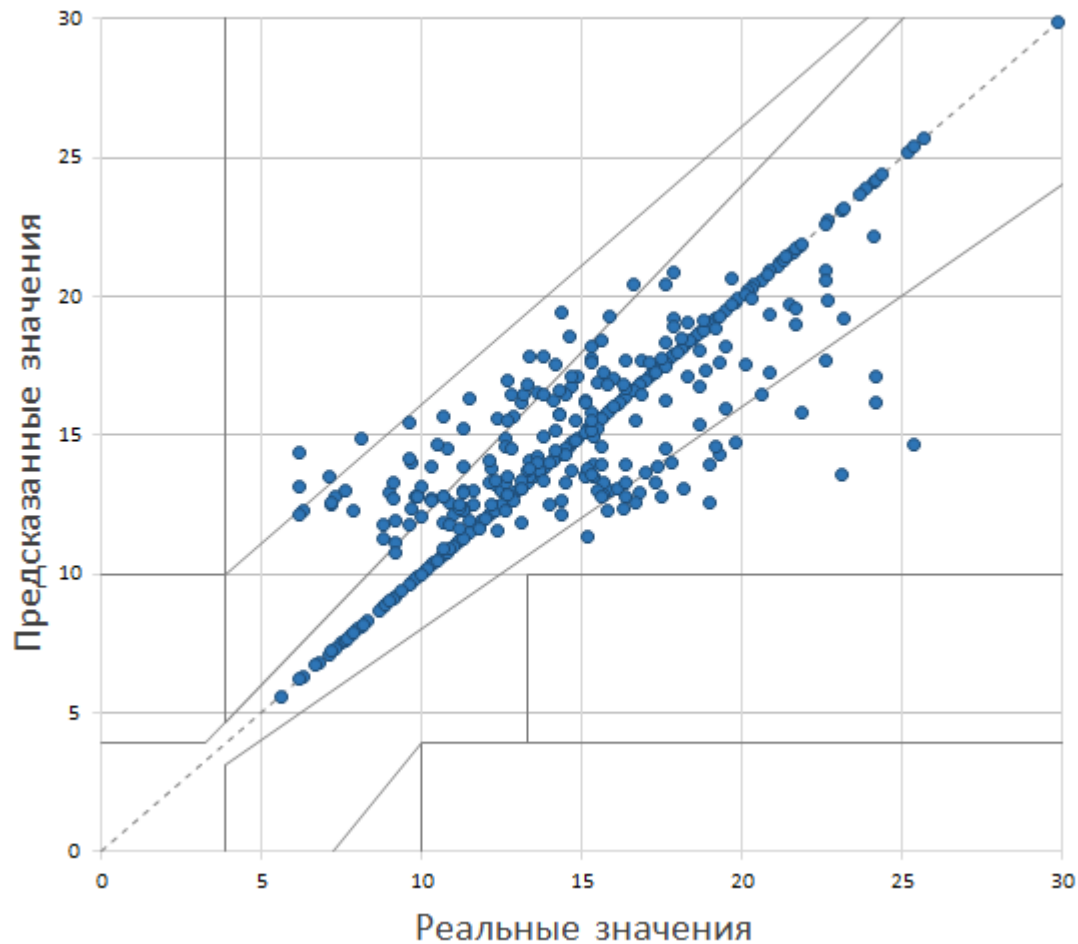
# Пациент 1003



	ET	SVR
Коэффициент корреляции Спирмена	0.81	0.72
Разница между среднеквадратическими отклонениями	0.132	-0.104

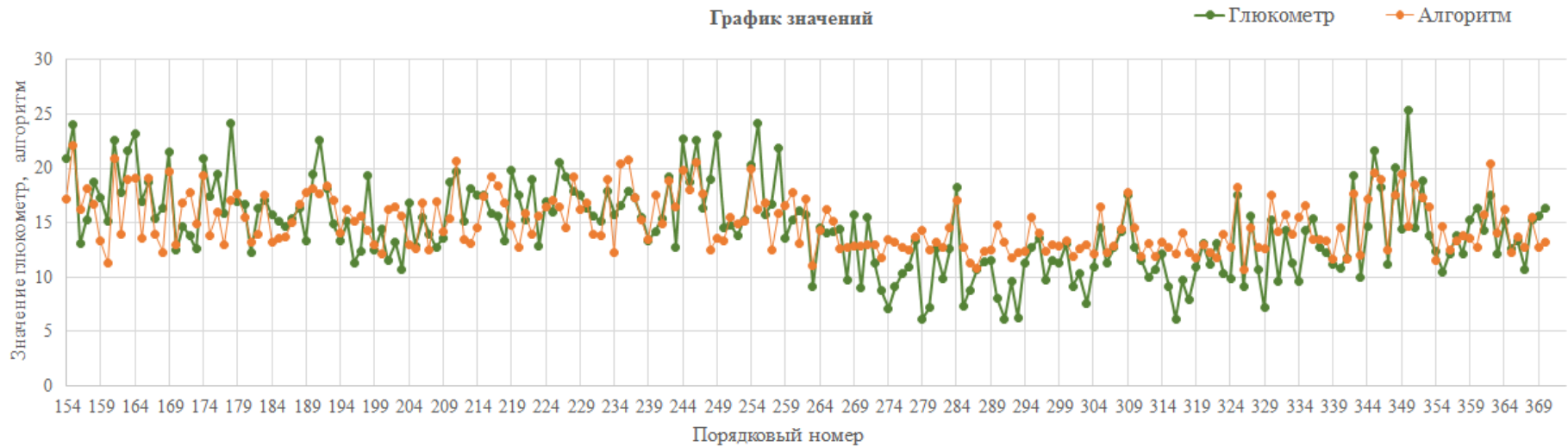
# Пациент 1430

Диаграмма ошибок Кларка



Зоны	ET	SVR
A	64.98%	58.54%
B	33.18%	31.30%
C	1.84%	8.54%
D	0.00%	1.63%
E	0.00%	0.00%

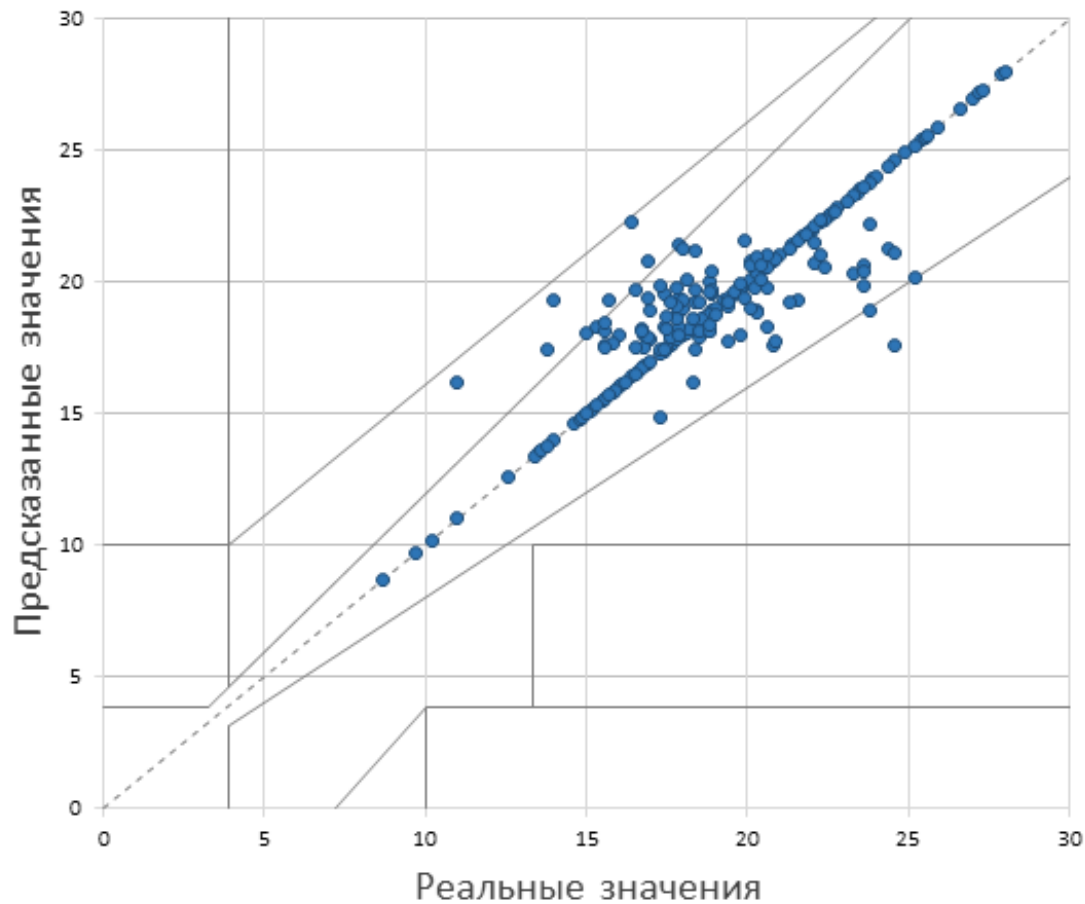
# Пациент 1430



	ET	SVR
Коэффициент корреляции Спирмена	0.64	0.46
Разница между среднеквадратическими отклонениями	1.456	-1.524

# Пациент 1696

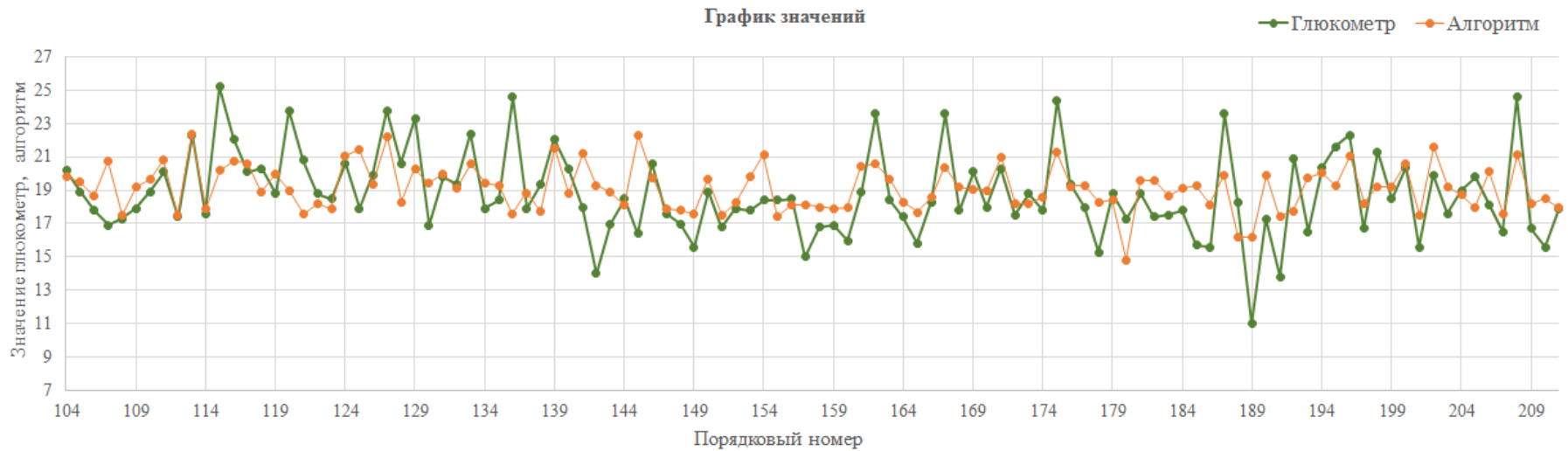
Диаграмма ошибок Кларка



Зоны	ET	SVR
A	91.67%	83.49%
B	8.33%	16.51%
C	0.00%	0.00%
D	0.00%	0.00%
E	0.00%	0.00%



# Пациент 1696



	ET	SVR
Коэффициент корреляции Спирмена	0.50	0.51
Разница между среднеквадратическими отклонениями	1.159	-0.131

# Полученные результаты

Пациенты (обучающая выборка/тестовая)	Зона А	Зона В	Зона С	Зона D	Зона Е	К. к. Спирм.	$SD_{гл}-SD_{ал}$
1003 (29 / 75)	97,33%	2,67%	0,00%	0,00%	0.00%	0.81	0.132
1430 (153 / 217)	64,98%	33,18%	1,84%	0,00%	0.00%	0.64	1.456
1696 (103 / 108)	91,67%	8,33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.50	1.159

## Интерпретация коэффициента Спирмена

Величина коэффициента корреляции	0.1 – 0.3	0.3 – 0.5	0.5 – 0.7	0.7 – 0.9	0.9 – 1.0
Характеристика силы связи	Слабая	Умеренная	Заметная	Высокая	Весьма высокая
		Средняя		Сильная	

Работа выполнена в рамках хозяйственного договора № 16/2377  
"Изучение спектра кардиографических отклонений у больных с  
нарушением регуляции глюкозы"

Опубликована в сборнике трудов XXIII Международной научно-  
технической конференции «Информационные системы и технологии»  
ИСТ-2017 под названием «Определение уровня глюкозы в крови  
человека на основе электрокардиографического сигнала»

**Спасибо за внимание!**