

А.С. БЕЛЯКОВА

**Экспериментальное исследование
методики диагностики заболеваний
сердца по данным ПТК
«КардиоВизор-06С»**

УДК 004.931, 004.932

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

Современная диагностика заболеваний сердца основывается на интерпретации результатов различных типов кардиологических обследований. Одним из распространенных на территории РФ программно-технических комплексов является «КардиоВизор-06С» - прибор, служащий для регистрации электрокардиограммы и анализа ее низкоамплитудных колебаний, как ранних предвестников возможных патологий. Выходными данными при этом является дисперсионный портрет сердца, представляющий собой два RGB изображения и набор из 11 дисперсионных характеристик [1,2,3].

Целью работы является анализ результатов исследований методики диагностики заболеваний сердца по данным ПТК «КардиоВизор-06С».

В качестве экзаменационной выборки для проведения экспериментального исследования методики диагностики ССЗ были взяты результаты обследований кардиологического отделения НУЗ Отделенческая больница на станции Муром ОАО «РЖД». Эти данные представляют собой результаты реальных обследований пациентов (с заранее неизвестными диагнозами) по 8 исследуемым состояниям ССЗ. Экзаменационная выборка имеют следующий состав: 1 - Здоровые пациенты - 304 чел., 2 - Артериальная гипертензия - 310 чел., 3 - Гипертоническая болезнь – 312 чел., 4 - Гипертоническая болезнь 2 степени - 301 чел., 5 - Гипертоническая болезнь 3 степени - 302 чел., 6 - Прогрессирующая стенокардия - 308 чел., 7 - Стенокардия напряжения - 310 чел., 8 - Фибрилляция предсердий – 303 чел. Общее количество записей в 8 экзаменационных наборах составляет 2450.

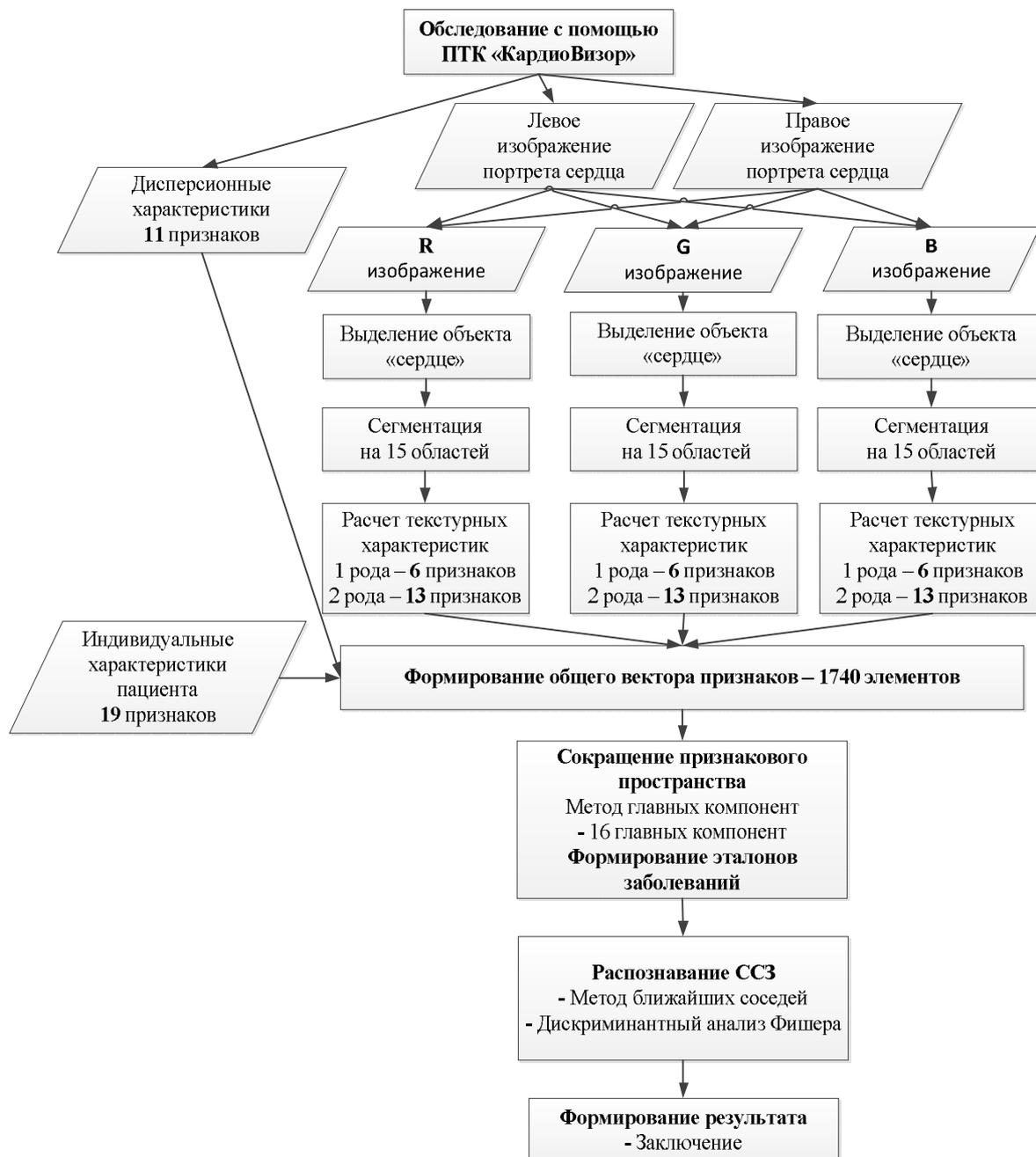


Рис. 1. Технология обработки, анализа данных и распознавания ССЗ

Результат обследований представляет собой портрет сердца, значения дисперсионных характеристик и индивидуальных параметров пациента. Каждое изображение портрета сердца сегментируется на 15 областей [3]. Рассчитываются 6 статистических признаков Харалика I порядка и 13 признаков II порядка для каждой из 15 областей R, G, B изображений[1,4-7]. Таким образом, количество анализируемых признаков составляет 1740: $(6+13) \cdot 15 \cdot 3 \cdot 2 = 1710$ – статистические признаки изображений

портрета сердца, 11 дисперсионные характеристики, 19 индивидуальные параметры пациента. Общее количество признаков составляет 1740 [8].

Технологию обработки и анализа признаков пациента и распознавания на их основе заболеваний сердца можно представить в виде следующей схемы (рис.1).

Определение типа заболевания с помощью дискриминантного анализа Фишера проводилось по отношению ко всем экзаменационным наборам, приведенным в таблице 1. Данные экзаменационной выборки были обработаны также традиционным способом экспертом – врачом-кардиологом. Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты диагностики на экзаменационной выборке при использовании дискриминантного анализа Фишера

Набор	% верного распознавания	ССЗ								Итого
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	
1	99,67	303	1	0	0	0	0	0	0	304
2	96,13	2	298	2	1	2	2	1	2	310
3	96,15	1	3	300	2	1	2	1	2	312
4	97,67	1	0	0	294	0	1	2	3	301
5	90,07	3	2	5	4	272	5	5	6	302
6	95,13	2	1	1	5	3	293	1	2	308
7	94,19	2	1	1	2	1	4	297	2	310
8	94,39	5	7	3	9	6	4	2	267	303
Среднее	94									2450

По таблице 2 распознавания заболеваний с помощью дискриминантных моделей Фишера позволяет получить правильные результаты в среднем в 94% случаев. Наилучшим образом распознаются здоровые пациенты – 99,67%. Заболевания диагностируются правильно с вероятностью более 90%, что является достаточно высоким показателем.

Проведем сравнение результатов диагностики врачом-кардиологом вручную и с помощью дискриминантного анализа Фишера (табл.3):

**Сравнение результатов диагностики врачом экспертом и
с помощью дискриминантного анализа Фишера**

Набор	Кол-во пациентов	Врач (эксперт)			Система ДССЗ		
		Диагностировано	Из них верно		Диагностировано	Из них верно	
1	304	304	290	95,39	304	303	99,67
2	310	298	231	74,52	306	298	96,13
3	312	304	217	69,55	310	300	96,15
4	301	313	124	41,20	305	294	97,67
5	302	291	116	38,41	298	272	90,07
6	308	318	106	34,42	305	293	95,13
7	310	305	114	36,77	308	297	95,81
8	303	317	149	49,17	314	267	88,12
Итого	2450	2450	1347	54,16	2450	2324	94,15
Правильно диагностировано в среднем		54%			94%		

По таблице 3 видно, что правильность диагностики традиционным способом составляет в среднем 54%, а при использовании алгоритма дискриминантного анализа Фишера – 94%, что существенно увеличивает количество верных диагнозов. С наилучшей точностью в обоих случаях определяется состояние, когда пациента здоров, 95,439 и 99,67%, соответственно. Наиболее низкая вероятность распознавания ССЗ 34,4% наблюдается у эксперта при заболевании Прогрессирующая стенокардия. Система диагностики дает наименее верные результаты 88,21% при заболевании Фибрилляция предсердий (рис.2).

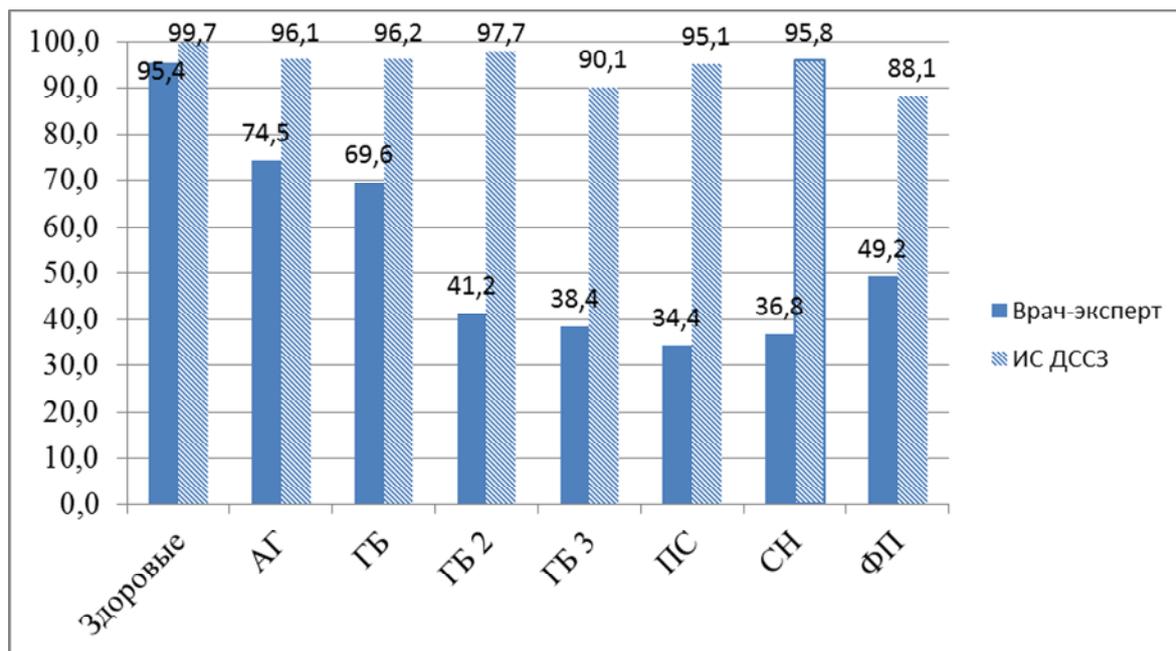


Рис. 2. Результаты диагностики ССЗ с помощью дискриминантного анализа Фишера

Точность распознавания с использованием дискриминантных моделей Фишера существенно превышает точность диагностики кардиологом способом традиционным. Прежде всего, это связано с невозможностью обработки вручную больших объемов информации и человеческим фактором.

Таким образом, использование дискриминантных моделей при распознавании заболеваний позволяет повысить достоверность диагностики до 94%, что является достаточно высоким показателем и, поэтому, данный подход является перспективным и применим на практике.

Для проведения распознавания ССЗ с помощью метода ближайших соседей у пациентов экзаменационной выборки были использованы эталоны заболеваний. Исследование позволило получить следующие результаты (табл.). По таблице 4 получены следующие результаты использования метода ближайших соседей на экзаменационной выборке: средний процент распознавания составляет в среднем 93%. Наилучшим образом распознаются здоровые пациенты – 97,04%, вероятность правильного распознавания больных пациентов изменяется в диапазоне от 91,61% при заболевании Y_2 (Артериальная гипертензия) до 94,39% при заболевании Y_8 (Фибрилляция предсердий).

Таблица 4

**Результаты диагностики на экзаменационной выборке
при использовании метода ближайших соседей**

Набор	% верного распознавания	ССЗ								Итого
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	
1	97,04	295	2	1	1	1	0	2	2	304
2	91,61	3	284	4	3	4	5	5	2	310
3	92,63	2	3	289	5	4	2	3	4	312
4	93,69	1	1	2	282	6	3	3	3	301
5	92,38	3	2	1	3	279	3	5	6	302
6	91,88	3	2	3	5	3	283	6	4	308
7	94,19	2	1	3	2	1	7	292	2	310
8	94,39	3	2	3	2	2	3	2	286	303
Среднее	93									2450

Максимальное количество (4 чел.) здоровых пациентов было неверно отнесены к заболеваниям 7 и 8. При заболевании Артериальная гипертензия наибольшая ошибка (7 чел.) заключалась в отнесении пациентов также к заболеваниям 6 и 7, что можно объяснить схожестью симптомов этих ССЗ. При заболевании Гипертоническая болезнь 1 степени наибольшая ошибка (4 чел.) заключалась в отнесении пациентов также к заболеванию Гипертоническая болезнь 2 степени, что говорит о переходных состояниях пациентов при этих заболеваниях. Аналогичная ситуация наблюдается при заболевании Гипертоническая болезнь 2 степени по отношению к Гипертоническая болезнь 3 степени. Заболевания Прогрессирующая стенокардия и Стенокардия напряжения имеют общее происхождение и максимальная ошибка распознавания (6 чел. отнесены к неверным ССЗ) наблюдается при этих ССЗ. При диагностике Фибрилляции предсердий ошибка распределена равномерно по заболеваниям 1,2,...,8 .

Результаты распознавания ССЗ кардиологом-экспертом и разработанной системой с помощью метода ближайших соседей приведены в таблице 5:

Таблица 5

**Сравнение результатов диагностики врачом-экспертом и
методом ближайших соседей**

Набор	Кол-во пациентов	Врач (эксперт)			Система		
		Диагнос- тировано	Из них верно		Диагнос- тировано	Из них вер- но	
			Абс.	%		Абс.	%
1	304	304	290	95,39	304	295	97,04
2	310	298	231	74,52	310	284	91,61
3	312	304	217	69,55	312	289	92,63
4	301	313	124	41,20	301	282	93,69
5	302	291	116	38,41	302	279	92,38
6	308	318	106	34,42	308	283	91,88
7	310	305	114	36,77	310	292	94,19
8	303	317	149	49,17	303	286	94,39
Итого	2450	2450	1347	95,39	2450	2290	97,04
Правильно диагно- стировано в среднем		54%			93%		

По таблице 5, при сравнении результатов диагностики ССЗ врачом-экспертом и с помощью метода ближайших соседей получено: при использовании предлагаемой методики правильность диагностики возрастает в среднем на 39%. При этом у врача наблюдается наименьший процент правильной диагностики при заболевании Прогрессирующая стенокардия – 34,42% и Стенокардия напряжения – 36,77%. Наилучшим образом врач определяет здоровых Y_1 пациентов – 95,39%. Вероятность верного распознавания здоровых пациентов с помощью предлагаемой методики 97,04%. Эти показатели являются достаточно высокими в обоих случаях.

Таким образом, применение метода ближайших соседей при диагностике ССЗ позволяет получить достаточно точные результаты, помочь врачу-кардиологу при постановке диагноза и сориентировать его при принятии решения.

Выводы

1. При диагностике заболеваний сердца у экзаменационной группы пациентов выявлено, что правильность распознавания

заболеваний системой ДССЗ с помощью дискриминантного анализа Фишера на 35% выше, а при использовании метода ближайших соседей на 34% выше, чем у враса-эксперта.

2. Здоровые пациенты при использовании обоих методов распознаются со средней точностью 98%. Имеющиеся ошибки объясняются воздействием неконтролируемых факторов. Наименьшая точность распознавания у системы составила 88% (при Фибрилляции предсердий), а у эксперта - 34% (при Прогрессирующей стенокардии).

3. При диагностике ССЗ пациентов экзаменационной выборки с помощью дискриминантного анализа получено, что вероятность ошибок первого рода по таблице 2 составляет $1/304 \cdot 100\% = 0,3\%$. Вероятность ошибок второго рода составляет $16/2450 \cdot 100\% = 0,65\%$.

4. При диагностике ССЗ пациентов экзаменационной выборки с помощью метода ближайших соседей получено, что вероятность ошибок первого рода по таблице 4 составляет $9/304 \cdot 100\% = 2,9\%$. Вероятность ошибок второго рода составляет $17/2450 \cdot 100\% = 0,69\%$.

5. Полученные результаты свидетельствуют о применимости предлагаемой методики для практического использования в лечебно-профилактических учреждениях, как помощника врачу-кардиологу при постановке своевременного точного диагноза на ранних стадиях возникновения патологий сердца.

Литература

1. Совершенствование диагностики сердечно-сосудистых заболеваний: монография / Под ред. д-ра мед. наук Е.А. Ефремова, д-ра техн. наук, проф С.С. Садыкова; Владим. Гос. Ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.– Владимир: Изд-вл ВлГУ, 2014. – 260 с.

2. Садыков С.С.Объективная оценка значимости параметров в функциональной диагностике/С.С.Садыков, И.А.Сафиулова, А.С. Белякова // Российские медицинские вести. №2. - 2014. - С.40-45.

3. Исследование взаимосвязи между окраской участков портрета сердца и изменениями электрокардиограмм/С.С.Садыков, А.С.Белякова, О.И.Евстигнеева, С.А. Жолобов // Известия вузов. Приборостроение, №2, 2012.- С. 64-69.

4. Садыков С.С. Автоматическая объективная оценка и выбор наиболее значимых параметров для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний / С.С. Садыков, И.С. Сафиулова, А.С. Белякова // Автоматизация и современные технологии, №3, 2012. – С.27-33.

5. Садыков С.С. Технология выделения области кисты на маммограмме/С.С.Садыков, Е.А.Захарова, Ю.А.Буланова// Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. №1(43). С. 7-12.

6. Садыков С.С. Диалоговая система анализа маммографических снимков/С.С.Садыков, Ю.А.Буланова, Е.А.Захарова//Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2012. №19. С. 155-167.

7. Исследование маркерного водораздела для выделения области рака молочной железы/ С.С.Садыков, Ю.А.Буланова, Е.А.Захарова, В.С.Яшков//Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2013. №1(23). С. 56-64.

8. Евстигнеева О.И. Влияние факторов риска на работу сердечной мышцы: наблюдение на кардиовизоре/ О.И. Евстигнеева, И.А.Сафиулова, А.С.Белякова // Здоровье населения и среда обитания. 2011. №4. С.34-37.