

## **РОЛЬ АВТОРЕГРЕССИОННЫХ, НЕЧЕТКИХ, НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ «НЕЙРОКОМПЬЮТИНГА» В РАЗРАБОТКЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДОВ МЕРЦАТЕЛЬНОЙ АРИТМИИ**

**Ф.А. Пятакович<sup>1</sup>**  
**К.Ф. Макконен<sup>1</sup>**  
**С.Л. Дударева<sup>1</sup>**  
**Л.В. Хливненко<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Белгородский государственный университет*

<sup>2)</sup> *Воронежский государственный университет*

*e-mail: piatakovich@mail.ru*

В статье представлены материалы прогнозирования исходов синдрома фибрилляции предсердий. Рассмотрены алгоритмы классификации на основе авторегрессионного анализа, нечетких множеств, нелинейной динамики и нейрокомпьютинга. На базе данных алгоритмов разработана структура телемедицинской системы хронопрогнозирования исходов фибрилляции предсердий «Медэксперт», которая состоит из трех составляющих ее компонентов: сервер баз данных, автоматизированное рабочее место (АРМ) врача и АРМ эксперта.

Ключевые слова: авторегрессионный анализ, нечеткие множества, нелинейная динамика, «нейрокомпьютинг».

**Актуальность исследования.** Установление диагноза мерцательной аритмии (фибрилляции предсердий) не представляет большого труда. Восстановление же синусового ритма, включая вопросы прогноза его возможной нормализации, относится к серьезной врачебной задаче.

Решение проблемы полезности восстановления синусового ритма основанное на общеклинических критериях исследования относится к трудоемким и субъективным методам, обеспечивающим маловоспроизводимые результаты в силу отсутствия разработанных стандартов в критериях оценок.

Для целей классификации нарушений синусового ритма известны методы условно-вероятностного анализа, корреляционной ритмографии, скатерографии [7, 12, 15]. Известны и модификации данного способа, использующие вычислительные машины, когда предварительно обработанную информацию в виде авторегрессионных облаков (АРО) предъявляют врачу-эксперту, который и дает заключение о конечном прогнозе [4, 5], либо прогноз реализуется в автоматическом режиме [2, 9, 10].

В 1995 г. Ф.А. Пятаковичем на основании нечетких множеств впервые был описан алгоритм дифференциации авторегрессионных облаков (АРО) у больных с синдромом фибрилляции предсердий [6].

В 2000 г. Л.В. Хливненко, используя генератор случайных чисел для формирования скатерограмм, получила адекватные модели и алгоритмы автоматического распознавания АРО на основе алгоритма нечетких множеств [13]. Однако эти исследования носили больше экспериментальную и методологическую направленность, нежели клиническую [8].

Еще в 70-е годы прошлого столетия отечественными учеными было показано, что вариабельность сердечного ритма наряду с циклическими процессами включает в себя и хаотическую составляющую. Это позволило им разработать новую нелинейную модель функциональной организации синусового узла и охарактеризовать статистические свойства синусового ритма сердца [1].

В целях оптимизации процедуры автоматической классификации авторегрессионных облаков у больных с синдромом фибрилляции предсердий были использованы и методы хаотической динамики [11], которые показали свою эффективность в оценке состояния устойчивости системного гомеостатического регулирования при неотложной сердечно-сосудистой патологии [3].

В задачах диагностики в режиме on-line целесообразно использовать быстрые интеллектуальные системы. К ним, прежде всего, относятся искусственные нейронные сети (ИНС). Введение в современные компьютерные системы алгоритмов нейронных сетей, в свое время было предложено Д. Хопфилдом (1986). Основные преимущества нейрокомпьютинга состоят, прежде всего, в высокой адаптивности алгоритмов

распознавания, позволяющей осуществить дискриминацию бинарных (и более сложных) образов в реальном масштабе времени с высокой разрешающей способностью. В частности использование искусственной нейронной сети позволяет разложить входной паттерн сигналов на основе ранее запомненных образов. В литературе представлены лишь единичные исследования, касающиеся использования «нейрокомпьютинга» для решения задач диагностики у больных с синдромом фибрилляции предсердий [14].

Таким образом, из анализа литературы следует, что каждый из рассмотренных методов диагностики или классификации авторегрессионных облаков ритма сердца, направлен на решение своих узко специфических задач оптимизации прогноза исходов синдрома фибрилляции предсердий. Поэтому актуальным является разработка интегрированной биотехнической системы, которая имеет в своем составе набор различных диагностических модулей. Одни из них предназначены для ввода и первичной обработки электрофизиологической информации. Вторые служат исследовательским целям. Третьи предназначены для решения сугубо практических задач распознавания и формирования рекомендаций по лечению.

**Цель и задачи исследования.** Целью является разработка автоматизированной телемедицинской системы прогнозирования исходов синдрома фибрилляции предсердий и классификации осложняющих патологических состояний, направленной на оптимизацию принятия диагностических и прогностических решений, реализуемая посредством сформированных алгоритмов автоматической классификации авторегрессионных облаков.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать модели и алгоритмы классификации авторегрессионных облаков основанные на использовании методов нечеткой логики принятия решений, хаотической динамики и общестатистических подходов с вычислением степени утраты функции концентрации синусового узла, направленную на прогнозирование исходов синдрома фибрилляции предсердий;

- рассмотреть технические вопросы ввода электрофизиологической информации в режиме on-line с использованием канала модемной связи;

- разработать датчики пульса не использующие ISA-разъемы;

- сформировать систему алгоритмов прогнозирования степени утраты функции концентрации синусового узла, основанную на изучении различных уровней иерархии управляющих систем, отличающуюся анализом микроструктуры вариабельности ритма сердца;

- реализовать автоматический модуль прогнозирования вероятности восстановления синусового ритма у больных с фибрилляцией предсердий, предназначенный для решения консультативных задач выбора оптимальных методов лечения, работающий в реальном режиме времени с передачей информации по модемным линиям связи.

**Методы исследования.** Включают использование системного анализа с декомпозицией целей и функций разрабатываемой системы, моделированием рассматриваемых патологических процессов и биотехнической телемедицинской системы прогнозирования исходов синдрома фибрилляции предсердий.

**Основное содержание работы.** Для решения поставленных задач было обследовано 507 больных. Из них – 88 человек с диффузным токсическим зобом и вегетососудистой дистонией, 93 человека с ИБС и ревматизмом, 96 пациентов с недостаточностью кровообращения. Из всех у 230 были проведены статистические исследования по верификации правил прогнозирования.

У всех больных анализировались от 512 до 1084 межпульсовых интервалов, которые при помощи специального устройства вводились в ЭВМ в режиме On-Line.

Формирование прогностического заключения становится наиболее надежным при использовании метода попарного анализа межпульсовых интервалов (интервалов RR ЭКГ). Сущность метода заключается в последовательном нанесении на оси прямоугольной системы координат предыдущего и последующего интервалов RR ЭКГ. Каждый предыдущий интервал наносится на ось ординат ( $RR_i$ ), а каждый последующий – на ось абсцисс ( $RR_{i+1}$ ). Пары интервалов соответствует точка на плоскости, и ритм за любой отрезок времени оказывается представленным в виде группы точек на плоскости, ограниченной осями координат.

Полученную совокупность точек в зарубежной литературе именуют как функцию плотности совместной вероятности, скаттерграммой или авторегрессионным облаком, а в отечественной литературе более часто используют названия -корреляционная ритмография, или сокращенно КРГ.

При наличии правильного ритма сокращения желудочков АРО формируется на биссектрисе координатного угла. Такое скопление называют основной совокупностью. Например, умеренная синусовая аритмия приводит к образованию основной совокупности в форме эллипса или круга. При стойкой ритмичности – стабильном ритме – основная совокупность превращается в точку на биссектрисе.

Выраженная аритмичность сокращения желудочков, сопровождающая мерцание предсердий, проявляется на корреляционной ритмограмме широким рассеиванием точек на плоскости. Наблюдения показали, что полная беспорядочность чередования межпульсовых интервалов при мерцании предсердий является кажущейся.

Метод корреляционной ритмографии позволяет разделить больных на несколько функциональных классов в зависимости от типа АРО: 1. Мономодальный симметричный. 2. Мономодальный асимметричный. 3. Мономодальный инвертированный. 4. Полиmodalный. 5. Амодальный (рис. 1).

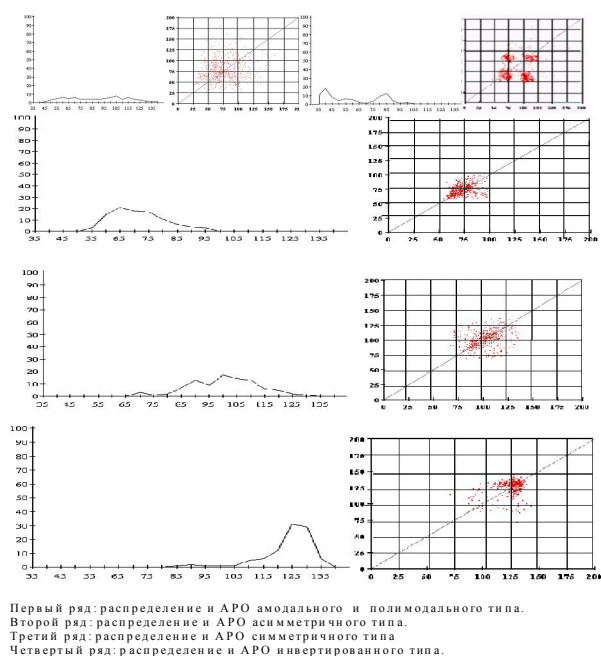


Рис. 1. Типы АРО

При первом типе: точки группируются на сравнительно ограниченной округлой площади, выраженное сгущение их расположено в центре, на биссектрисе. Это означает, что имеется значительное число сердечных циклов с одинаковой длительностью, т.е. наблюдается правильный ритм сокращений желудочков.

Наличие выраженного сгущения точек на биссектрисе координатного угла является прогностически благоприятным и свидетельствует о вполне удовлетворительном функциональном состоянии сердца.

Имеется предположение о возможности влияния синусового узла на ритм желудочков, регулируемом в обход мерцающих предсердий через межузловые тракты. Иначе говоря, мономодальный тип АРО свидетельствует о высоких функциональных возможностях синусового узла. Прямым подтверждением справедливости этого утверждения является высокая эффективность восстановления и удержания синусового ритма у больных с таким типом АРО.

При втором типе: на биссектрисе также имеется сгущение точек, однако, площадь их рассеивания ограничена прямыми линиями, идущими параллельно осям координат. Иначе говоря, в АРО второго типа отсутствуют точки, соответствующие в АРО первого типа самым коротким сердечным циклам. Ограничение территории распределения точек в АРО второго типа отражает фильтрацию наиболее частых импульсов в атриоventрикулярном соединении.

При третьем типе: скопление точек на биссектрисе находится в отдаленном от начала координат месте и ограничено линиями, идущими параллельно осям координат.

При четвертом типе: точки группируются на биссектрисе параллельно осям координат в виде отдельных групп (пакетов) скоплений. В зависимости от расстояния между центрами скопления выделяют два подтипа: 1-трепетание предсердий с меняющимся атриовентрикулярным проведением; 2-крупноволновая форма мерцания предсердий.

При пятом типе: область распределения точек также ограничена линиями, идущими параллельно осям координат, однако сгущение точек на биссектрисе отсутствует. В данном случае функциональное состояние синусового узла неудовлетворительно и перспективы на восстановление правильного синусового ритма сомнительны.

Считают, что тип АРО отражает степень утраты регуляторных воздействий на ритм сердца при мерцательной аритмии: достаточное сохранение при первом типе, меньшее – при втором, наименьшее – при третьем типе. У больных с третьим типом АРО, когда наблюдают, наибольший разброс точек не удается сохранить восстановленный синусовый ритм на срок до 6 месяцев.

Переходной формой между трепетанием и мерцанием предсердий является четвертый тип АРО.

Как видно из представленных данных границы между дифференцируемыми классами, особенно это касается асимметричных и низкомодалных типов авторегрессионных облаков, нечетки или размыты. Поэтому в 1995 г. Ф.А. Пятаковичем был описан алгоритм дифференциации авторегрессионных облаков (АРО) на основании использования нечетких или размытых множеств.

Принадлежность какого-либо элемента к множеству лежит между полной принадлежностью и полной непринадлежностью. Размытое множество в пространстве элементов характеризуется функцией принадлежности, лежащей в интервале 0-1.

Структура алгоритма включает первоначальное описание эталонных 5 типов АРО в терминологии размытых множеств. Эти эталоны хранятся в памяти ЭВМ. Вторая часть алгоритма обеспечивает сопоставление полученных классов, АРО пациента с имеющимися эталонами.

Размытое описание эталонных классов заключалось в реализации 4-х операций: 1-произвольный выбор центра классов; 2-вычисление функции принадлежности для всех пар значений; 3-уточнение центра классов; 4-анализ погрешности разбиения классов. Кроме того, осуществляли вычисление расстояния между нечеткими описаниями эталонных классов и конкретной реализацией (D1, D2, D3 и D4). После этого выполняли операцию минимизации найденных расстояний с фиксацией эталонного класса, ближайшего к фактическому классу. Операцию минимизации выполняли не для множества, а для точек, в качестве которых выступали ядра нечетких чисел.

Как показали, клинические испытания алгоритма он достаточно эффективно выполнял функцию классификации авторегрессионных облаков. Специфичность алгоритма была 82,3%. Уровень ошибок распознавания составлял 7%. На гиподиагностику приходилось 2% и на гипердиагностику – 5%.

Критерии оценки эффективности, использования нечеткого алгоритма классификации, полученные в работе Л.В. Хливненко [13], оказались достаточно близкими. Так, алгоритм, дифференцирующий симметричный, асимметричный и инвертированный классы внутри мономодального класса, обладал в среднем чувствительностью 94%, специфичностью 93%, точностью 99%, надежностью 94%, вероятностью отказа от классификации всего 3% и средней степенью засоренности результатов классификации 6%.

Метод поставленной выше задачи диагностики исходов мерцательной аритмии может базироваться и на моделировании однослойной нейронной сети прямого распространения с пятью нелинейными нейронами. Входной слой является моделью сенсорных клеток, принимающих двоичные сигналы от внешнего мира. На вход нейронной сети поступают бинаризованные прямоугольные изображения АРО (рис. 2).

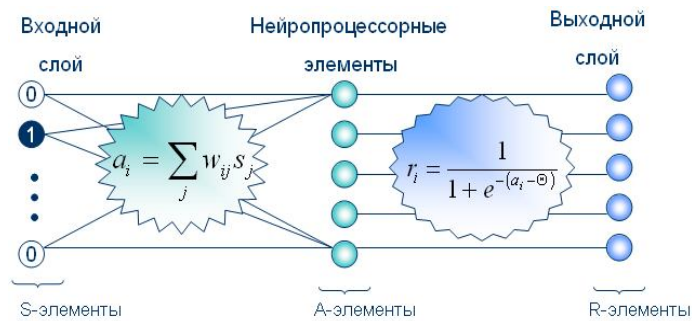


Рис. 2. Архитектура ИНС для решения задачи диагностики при мерцательной аритмии

В начале процесса обучения искусственной нейронной сети случайным образом заполняется матрица весовых коэффициентов. По выбранному случайным образом элементу обучающей выборки вычисляется активность нейронов входного слоя, ассоциативных клеток и нейронов выходного слоя. ИНС для решения задачи хронопрогнозирования исходов мерцательной аритмии была обучена по «хеббовскому» правилу в виде подавления длительной связи.

Практическая апробация описанных моделей АРО показала, что за 8000 сеансов обучения достигается локальный минимум функции суммарной ошибки. Точка локального минимума не единственна. АРО из обучающей выборки распознаются в 100% случаев. Ошибки ИНС допускала при распознавании АРО немонотомодальных классов из контрольной выборки. Полученные результаты распознавания оказались качественно лучше, чем при использовании формальных алгоритмов классификации АРО на основе выделенных информативных признаков.

Таким образом, рассмотренные выше алгоритмы классификации, основанные на нечеткой логике и ИНС обладают достаточно высокой эффективностью распознавания АРО, но не решают вопросов прогнозирования исходов синдрома фибрилляции предсердий.

Поэтому нами был использован метод классификации АРО, основанный на хаотической динамике (рис.3, таблица).

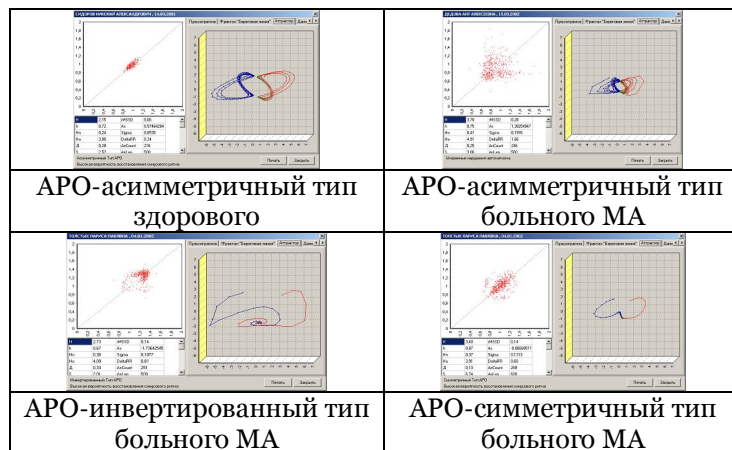


Рис. 3. Странный аттрактор Лоренца

Таблица

**Результаты сравнительного анализа фрактальной размерности странного аттрактора Лоренца и микроструктуры ритма сердца**

Состояние функции синусового узла	Тип АРО	Фрактальная размерность D	Функция концентрации синусового узла rMSSD	Нормированная энтропия Hn
PP	Точка	1,0990	0,03	0,0044
СА	Овал	1,1850	0,03	0,12
ВСА	Широкий овал	1,1851	0,06	0,24

УНА	Широкий овал	1,1853	0,08	0,27
Экстрасистолия	Полимодальный	1,1911-1,1943	0,27-0,43	0,33-0,46
МА	Инвертированный	1,1856	0,14	0,30
МА	Симметричный	1,1858	0,14	0,37
МА	Асимметричный	1,1867-1,1910	0,13-0,35	0,38-0,45
МА	Полимодальный	1,1893	0,25	0,42
МА	Амодальный	1,1926-1,2006	0,41-0,56	0,58-0,62

*Примечание:* РР – ригидный ритм; СА – синусовая аритмия; ВСА – выраженная синусовая аритмия; УНА – умеренные нарушения автоматизма; МА – мерцательная аритмия.

Представленные в таблице данные показали, что между фрактальной размерностью аттрактора и показателем нормированной энтропии, отражающим меру хаоса, и показателем микроструктуры ритма, отражающим меру концентрации ритма в синусовом узле, существует тесная зависимость.

На основе выявленной зависимости профессором Ф.А. Пятаковичем был разработан показатель степени сохранности функции концентрации ритма сердца синусовым узлом (СФК СУ). Данный показатель определяется по формуле:  $СФК\ СУ = 100 - [(rMSSD * 100) / 0,56]$ . Если: СФК СУ = 0% – 54%, тогда прогноз сомнителен. СФК СУ = 55% – 69% – прогнозируется удовлетворительная вероятность восстановления синусового ритма. СФК СУ > 70% – прогнозируется высокая вероятность восстановления синусового ритма.

На базе рассмотренных моделей и алгоритмов классификации АРО и была разработана телемедицинская система прогнозирования исходов синдрома фибрилляции предсердий.

Система включала модуль ввода электрофизиологической информации, АРМ-врача, АРМ-эксперта, сервер и два модема (рис. 4).

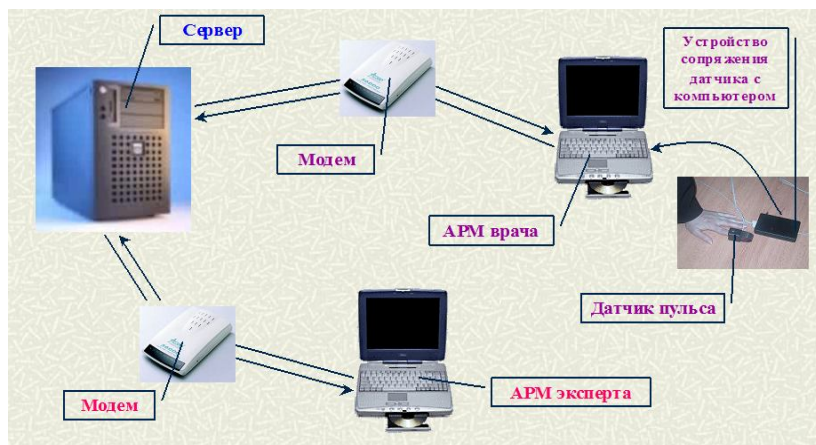


Рис. 4. Структура телемедицинской системы «Медэксперт»

Сервер баз данных размещен на компьютере, имеющем доступ в Интернет. Он обеспечивает прием, хранение, обработку полученных данных: списки обследуемых пациентов, результаты их обследования, экспертные заключения, а также доступ к принятым и переработанным данным от АРМ врача и АРМ эксперта по локальным сетям и по модемной связи с использованием протокола SOAP (Simple Object Access Protocol).

Автоматизированное рабочее место врача представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из датчика приема межпульсовых интервалов, устройства сопряжения датчика и компьютера и программного обеспечения. С его помощью осуществляется сбор первичных данных о пациентах как паспортных и антропометрических, так и полученных с датчика пульса, а также отображение и печать экспертных заключений.

Ввод и редактирование данных о пациенте обеспечивается в окне ввода данных.

Выбор пункта меню «Новое обследование» запускает последовательность окон, в которых вводятся необходимые данные о текущем обследовании. Затем в окне «Обследование» предоставляется возможность проверки датчика пульса, приема данных



с датчика пульса, выбора режима записи – укороченный цикл – 512 интервалов или полный – 1084 интервала в двух положениях тела пациента: лежа и стоя, а также во время изменения положения тела (переходный процесс):

Процесс приема данных отображается в виде цветового и числового индикаторов.

В случае обследования по полному циклу после приема 512 межпульсовых интервалов открывается окно с предложением изменить положение тела пациента.

По окончании обследования одного или более пациентов полученные данные отправляются для хранения и обработки на сервер. Это действие обеспечивает один из пунктов меню.

**Выводы.** 1. Разработаны модели классификации авторегрессионных облаков основанные на использовании методов нечеткой логики принятия решений.

2. Создан программный модуль исследования хаотической динамики формирования межпульсового интервала, обеспечивающий анализ поведения странного аттрактора в фазовом пространстве и позволяющем с высокой эффективностью дифференцировать АРО больных с синдромом фибрилляции предсердий.

3. Реализован автономный исследовательский модуль изучения микроструктуры variability ритма сердца у больных с синдромом фибрилляции предсердий, направленный на решение задач классификации и отличающийся использованием искусственных нейронных сетей.

4. Разработан показатель степени сохранности функции концентрации ритма сердца синусовым узлом (СФК СУ). Если: СФК СУ = 0% –54%, тогда прогноз сомнителен. СФК СУ= 55%–69% – прогнозируется удовлетворительная вероятность восстановления синусового ритма. СФК СУ >70% – прогнозируется высокая вероятность восстановления синусового ритма.

5. Реализованы методологические приемы ввода и обработки электрофизиологической информации от больного с синдромом мерцательной аритмии в ЭВМ, предназначенные для целей автоматической передачи данных по линиям модемной связи.

6. Разработан макетный образец автоматизированной телемедицинской системы прогнозирования исходов синдрома фибрилляции предсердий с передачей данных по каналу модемной связи.

7. Разработанная система может функционировать в режиме on-line, обеспечивая консультативной вычислительной диагностикой неясных больных с синдромом фибрилляции предсердий, госпитализированных в центральные районные больницы.

## Литература

1. Власов, Ю.А. Нелинейная модель функциональной организации синусового узла и статистические свойства синусового ритма сердца. В сб.: «Ритм сердца в норме и патологии»/ Ю.А. Власов. – Вильнюс, 1970. – С.300-306.

2. Мандрикова, Ю.А. Системный анализ применительно к разработке автоматизированной системы выбора оптимальных методов терапии у больных с синдромом мерцательной аритмии / Ю.А. Мандрикова, Ф.А. Пятакович // Актуальные проблемы современной науки. Ч.10. Медицинские науки. Труды международной конференции молодых ученых и студентов. 30 сентября – 2 октября. – Самара, 2002. – С.37-39. Web:<http://povman.sstu.edu.ru>

3. Метод нелинейной динамики в оценке состояния устойчивости системного гомеостатического регулирования при неотложной сердечно-сосудистой патологии / И.А. Сараев [и др.] // Современные проблемы естественных наук. Сборник трудов. – Курск, 1998. – С.220-228.

4. Пятакович, Ф.А. Прогнозирование и динамика восстановления синусового ритма у больных мерцательной аритмией методом авторегрессионного анализа / Ф.А. Пятакович, Г.С. Мезенцева // В кн. «Актуальные вопросы общей терапии и кардиологии». – Курск, 1984. – С.74-76.

5. Пятакович, Ф.А. Компьютерное прогнозирование исходов мерцательной аритмии / Ф.А. Пятакович // Сб.трудов «Ученые вузов Курска – народному хозяйству». – Курск, 1988. – С.129.

6. Пятакович, Ф.А. Нечеткий алгоритм в системе прогнозирования исходов мерцательной аритмии / Ф.А. Пятакович // Сборник материалов 2-й междунар. конф. «Распознавание». – Курск, 1995. – С.159-161.

7. Пятакович, Ф.А. Информационный и условно-вероятностный анализ HRV / Ф.А. Пятакович // Научные ведомости БелГУ, №4 (13). – Белгород, 2000. – С. 82-88.

8. Пятакович, Ф.А. Разделение полимодального и амодального классов авторегрессионных облаков (АРО) при обучении на основе нечетких характеристик эксперта./ Ф.А. Пятакович, В.В. Васильев, Л.В. Хливненко // Информатика как педагогическая задача. Материалы региональной конференции 14-15 февраля 2001 г. – Воронеж. – С.30-33.

9. Пятакович, Ф.А. Методологические аспекты авторегрессионного анализа при решении задачи прогнозирования исходов мерцательной аритмии / Ф.А.Пятакович, Ю.А. Мандрикова // Здоровье в XXI веке – 2000. Материалы докладов междунар. науч.-практ. конф. 25-28 сентября. – М. ; Тула, 2002. – С.183-185.

10. Пятакович, Ф.А. Автоматическое прогнозирование восстановления номотопного ритма при синдроме фибрилляции предсердий / Ф.А. Пятакович, Ю.А. Мандрикова // Материалы 1-го Российского научного форума «МедКомТех 2003». Москва, ЦДХ, 25-28 февраля 2003. РАМН «Мораг Экспо». – М.: «Авиаиздат», 2003. – С. 79-80.

11. Пятакович, Ф.А. Программный комплекс, предназначенный для распознавания мерцательной аритмии с использованием модели, основанной на методах нелинейной динамики./Ф.А. Пятакович, С.Л. Дударева // Измерительные информационные технологии и приборы в охране здоровья. Труды международной научно-практической конференции. 7-9 октября. – СПб., 2003. – С.37-39.

12. Сидоренко, Г.И. Анализ сердечного ритма и его нарушений с помощью попарного распределения интервалов RR ЭКГ / Г.И. Сидоренко, Г.К. Афанасьев, Я.Г. Никитин // Здравоохранение Белоруссии.-1974-№12.-С.7-11.

13. Хливненко, Л.В. Модели и алгоритмы хронопрогнозирования исходов мерцательной аритмии./Л.В. Хливненко // Диссертация канд.тех.наук. – Белгород, 2000. – 112 с.

14. Хливненко, Л.В. Прогнозирование исходов мерцательной аритмии с помощью искусственной нейронной сети / Л.В. Хливненко // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы 7-й междунар. науч.-метод. конф., 8-9 февр. 2007 г. – Воронеж, 2007. – С. 467-471.

15. Hoopen, M. Probabalistic characterization of RR intervals/ M Hoopen, I.P.M. Bongaurts // «Cardiovasc.res.». – 1969. – v.3, №2. – P.218-226.

*Работа выполнена при поддержке проектов ФРПНО 1426, РНПВШ.2.2.3.3/4307 и в соответствии с планами проблемной комиссии по хронобиологии и хрономедицине РАМН и научным направлением медицинского факультета БелГУ «Разработка универсальных методологических приемов хронодиагностики и биоуправления на основе биоциклических моделей и алгоритмов с использованием параметров биологической обратной связи».*

## ROLE AVTOREGRESSION, ILL-DEFINED, NONLINEAR MODELS AND ALGORITHM "NEUROCOMPUTING" IN DEVELOPMENT OF THE TELEMEDICAL SYSTEMS OF THE FORECASTING UPSHOT FIBRILLATION AURICLES

F.A. Pyatakovich<sup>1</sup>, K.F. Makkonen<sup>1</sup>  
S.L. Dudareva<sup>1</sup>, L.V. Hlivnenko<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> *Belgorod State University*

<sup>2)</sup> *Voronezh State University*

*e-mail: piatakovich@mail.ru*

Material of the forecasting upshot syndrome fibrillation auricle are presented In article. The Considered algorithms to categorizations on base autoregreton analysis, fuzzy sets, nonlinear dynamic and neurocomputing. On database algorithm is designed structure telemedicine systems of chronoprognosis upshot fibrillation auricle

Key words: autoregreton analysis, fuzzy sets, nonlinear track record, "neurocomputing".