

УДК 616.12-073.97-71

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ МАТРИЦЫ  
ПЛОТНОСТИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЭКГ  
USING EIGENVECTORS OF THE DENSITY MATRIX FOR ECG  
STORAGE**

Е. А. ПУГАЧЕВА – магистрант, Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра БЭСТ, группа БТСм-119, E-mail: len.pugacheva2018@yandex.ru

В. В. ИСАКЕВИЧ – научный руководитель, доцент, Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра БЭСТ, E-mail: eigenoscope@yandex.ru

E. A. PUGACHEVA-master's student, Institute of information technologies and Radioelectronics, BEST Department, Btsm-119 group, E-mail: len.pugacheva2018@yandex.ru

V. V. ISAKEVICH-research supervisor, associate Professor, Institute of information technologies and Radioelectronics, Department of BEST, E-mail: eigenoscope@yandex.ru

**Аннотация:** Описаны составляющие и приведен анализ матрицы плотности для пациентов с различными диагнозами по технологии «КардиоАйгеноскопия». На основе базы данных анализируются собственные значения матрицы плотности, численно равные относительному энергетическому вкладу. Показано, как послойно изменяются формы матрицы плотности для пациента с аритмическим синдромом. Доказано, что каждый из первых двух собственных векторов и их собственных значений несет свой энергетический вклад.

**Abstracts:** Describes the components and the analysis of the density matrix for patients with different diagnoses by technology "Cardiagnose". The eigenvalues of the density matrix that are numerically equal to the relative energy contribution are analyzed based on the database. It is shown how the forms of the density matrix change in layers for a patient with arrhythmic syndrome. It is proved that each of the first two eigenvectors and their eigenvalues has its own energy contribution.

**Ключевые слова:** синхронный ансамбль, собственная пара, матрица плотности, относительный энергетический вклад

**Keywords:** synchronous ensemble of its own vapor, the density matrix, the relative energy contribution

В качестве предметной области выбрана тема использования собственных векторов матрицы плотности для хранения электрокардиограммы по технологии «КардиоАйгеноскопия» [1, С. 2]. Поскольку существует проблема хранения больших массивов данных, то применяемая технология позволяет хранить электрокардиограммы в сжатом виде и восстановить их по первым двум или трем собственным векторам и соответствующих им собственных значений без потери информации.

При «КардиоАйгеноскопии»: выбирается файл из базы данных пациентов, пользователем осуществляется выбор отведения и формируется синхронизация, задается интервал обработки, результат синхронизации – оценка положения R-зубцов в синхроотведении, вычисляется ковариационная матрица. Синхронный ансамбль строится из отрезков электрокардиограммы отведения, границы которого определяются, исходя из положения R-зубцов в синхроотведении [2, С.35]. Каждый из отрезков, входящих в синхронный ансамбль, являются его элементами. Ковариационная матрица формируется путем произведения матрицы синхронного ансамбля

на транспонированную ей матрицу. При этом компонентами полученной матрицы являются собственные вектора и значения, составляющие собственную пару. Матрица плотности синхронного ансамбля – нормированная (к следу) ковариационная матрица [2, с. 22]. Собственные векторы матрицы плотности и ковариационной матрицы совпадают.

Матрица плотности синхронного ансамбля всех слоев для пациента с аритмическим синдромом [1, С. 10] представлена на рисунке 1. На рисунках 2 и 3 послойно показаны матрицы плотности для того же пациента, где первый и второй слой имеют различные колоколообразные вершины (первая соответствует первому, а вторая – второму слою) и относительный энергетический вклад (первый слой несет наибольшую информацию в пределах до 97-98%, а 2% составляют второй, третий и четвертый слои).

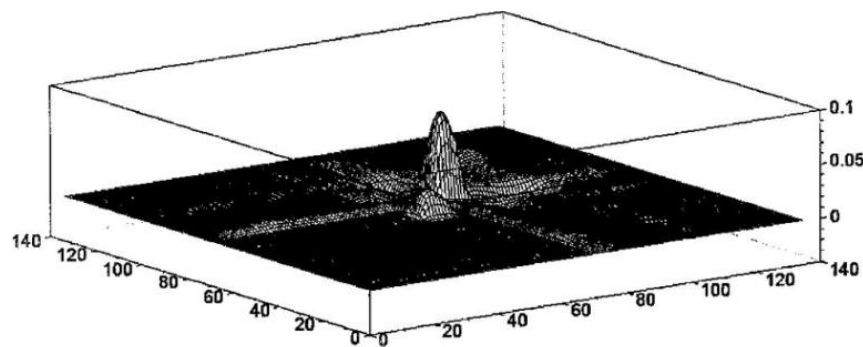


Рисунок 1 – Матрица плотности синхронного ансамбля для пациента с аритмическим синдромом.

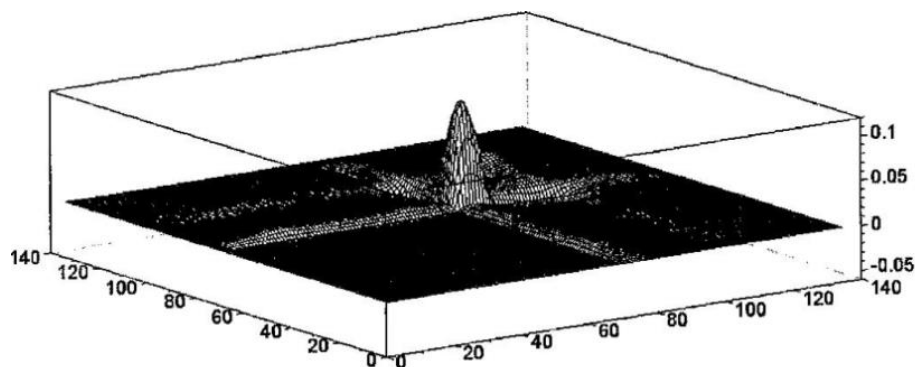


Рисунок 2 – Первый слой матрицы плотности синхронного ансамбля для пациента с аритмическим синдромом.

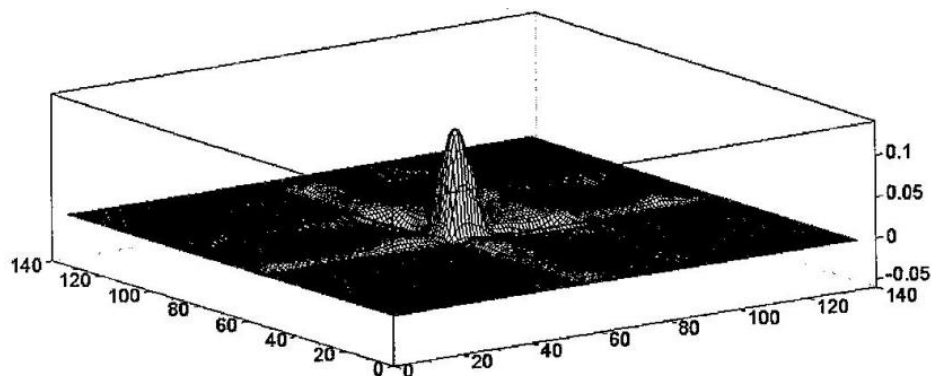


Рисунок 3 – Второй слой матрицы плотности синхронного ансамбля для пациента с аритмическим синдромом.

Анализируя матрицы плотности для пациентов с различными диагнозами, можно сделать следующий вывод о диапазоне значений [3, С. 100-107], в котором находятся колоколообразные вершины слоев (таблица 1): при отклонении значений от 0.5 до 0.1 говорят, что человек нездоров и ставится соответствующий диагноз на основании отклонения формы матрицы от здорового пациента.

Таблица 1 – Диапазон значений матриц плотности для пациентов с различными диагнозами.

Пациенты с диагнозом	Диапазон значений матрицы плотности
1. Пациент «Здоров»	до 0.5
2. Пациент с аритмическим синдромом	до 0.1
3. Пациент с пороком сердца	до 0.4
4. Пациент с инфарктом миокарда	до 0.3
5. Пациент с блокадой ножки пучка Гиса	до 0.2
6. Пациент с гипертрофией левого желудочка	до 0.5
7. Пациент с кардиомиопатией	до 0.25
8. Пациент с сердечной недостаточностью	до 0.12

Кардиоайгеноскопия – высокоточная кардиодиагностика, для которой могут быть использованы матрица плотности и собственные векторы. Предварительные исследования показывают, что анализ первых двух слоев матрицы плотности может быть полезен в реаниматологии [1, С. 23].

### Список использованной литературы:

1. Исакевич, В.В. КардиоАйгеноскопия – новая технология анализа, хранения и автоматической обработки электрокардиограмм / В.В. Исакевич, Д.В. Исакевич // Технологический пакет «Айгеноскопия». – 2018. – С. 2, 10, 23.
2. Исакевич, В.В. Кардиоайгеноскопия: понятийный аппарат (гlossарий) / В.В. Исакевич, Д.В. Исакевич // Технологический пакет «Айгеноскопия». – 2018. – С. 22, 35.
3. Исакевич, В.В. Новые полезные модели и способы обработки и анализа биомедицинских данных / В.В. Исакевич, Д.В. Исакевич, Л.Т. Сушкова // Вводный курс лекций. – 2017. – С. 100-107.