

3. Панг-Нинг Тан, Стейнбах М., Кумар В., Введение в интеллектуальный анализ данных, опубликовано Addison Wesley., Глава 4, (2006)
4. Realm, Build better mobile apps, faster. © Realm 2014-2017 source: <https://realm.io/> ) [Accessed date 08-Apr-2017]
5. Intent Service, content is licensed under Creative Commons Attribution 2.5 <https://developer.android.com/reference/android/app/IntentService.html>[Accessed date 08-Apr-2017]
6. RecyclerView, content is licensed under Creative Commons Attribution 2.5 <https://developer.android.com/reference/android/app/RecyclerView.html>[Accessed date 08-Apr-2017]

## СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПРИВЕРЖЕННОСТИ ПАЦИЕНТОВ

*М.В. Боброва*

*(г. Томск, Томский Политехнический Университет)*

*Bobrova.r@inbox.ru*

## DEVELOPMENT OF AN EXPERT PERSONALIZED SYSTEM FOR ADHERENCE EVALUATION

*M.V. Bobrova*

*(c. Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

*Bobrova.r@inbox.ru*

**Abstract.** This paper describes the development of an expert system personalized for adherence evaluation and medical intellectual system. A question of patient compliance requires new approaches. One of them is using neural network (NS) technology. It shows the relevance of the development, supported by the results of the analytical review of the diagnosis process using neural networks and the subsequent assessment of patient compliance.

**Keywords:** information system, neural network, compliance, medical intellectual system, patients adherence

**Введение.** Проблема приверженности лечению пациента активно обсуждается с 1970-х годов в зарубежной литературе. Предлагалось множество терминов для определения понятия приверженности, а именно степени выполнения больным назначений врача. Термин «приверженность лечению» является рекомендованным всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). ВОЗ дает определение приверженности – это степень соответствия поведения пациента в отношении применения лекарства, выполнения рекомендаций по питанию или изменению образа жизни назначениям и указаниям врача [1]. В количественном отношении приверженность лечению чаще всего характеризуют как отношение числа принятых пациентом дозировок/лекарств, к числу назначенных, выражая ее в процентах [2]. Например, пациент принял 8 из 10 назначенных таблеток, это значит, что приверженность составляет 80%. Прекращение же лечения пациентом без медицинских рекомендаций представляет собой пример крайней неприверженности (принимается 0% назначенных препаратов).

**Исследования состояния неприверженности.** По данным исследования ВОЗ, в развитых странах только 50% пациентов страдающих хроническими заболеваниями, следуют рекомендациям по лечению, а показатели приверженности профилактической терапии составляют 28%. Данные исследований проведенных в Йельском университете (США) по приверженности лечению среди пациентов страдающих эпилепсией показали, что менее 10% пациентов являются высоко приверженными, то есть, принимают все прописанные врачом препараты в указанной дозировки [3]. Большинство пациентов принимали от 70 до 90%

назначенных лекарств, а 10% принимали менее 60% положенных дозировок. Примерно такой же процент приводится и в данных других исследователей [4,5].

Как правило, неприверженность пациента связана с тем, что пациент случайно пропустил дозировку или выпил лишнюю таблетку, либо не соблюдает правил ограничения по времени приема или по совмещению с приемом пищи. Умеренно-приверженные пациенты мотивированы на лечение, но, тем не менее, по каким-либо причинам не принимают достаточного количества препаратов для достижения клинического результата, например, устойчивого снижения артериального давления. При этом, такие пациенты, как правило, убеждены, что они выполняют назначения верно, тем самым затрудняя работу врача.

Приверженность меньше рекомендованной приводит к тому, что лечение становится неэффективным и заболевание прогрессирует. Но, помимо клинической стороны вопроса, проблема приверженности лечению имеет и финансовое выражение. Так, по подсчетам американских специалистов, проблема неприверженности пациентов прямо или косвенно повышает расходы, связанные с лечением, в сумме порядка 100 млрд. долларов ежегодно [5].

В наше время многие задаются вопросом о важности приверженности и о том, как её улучшить. Хотя в большинстве исследований основное внимание уделяется соблюдению приема лекарств, приверженность также охватывает многочисленные процедуры распознавания болезни.

**Методы оценки приверженности.** Для оценки уровня приверженности лечению используется ряд инструментов. Разделяются они на две основные категории:

- 1) Методы получения информации от пациента (косвенный метод);
- 2) Методы врачебного контроля за употреблением медикаментов (прямой метод).

Опросник является самым популярным и простым способом получения информации о приверженности к лекарственным средствам. Самостоятельный отчет пациента или отчет лечащего врача о пациенте являются двумя наиболее часто используемыми инструментами. В одном из исследований Дуанг (Duang) и соавторы использовали анкету, содержащую 61 вопрос, чтобы понять поведение приверженности пациента и его основные факторы [6]. Предоставляя количественные показатели приверженности и информацию о том, почему пациент привержен или не привержен. В большинстве случаев авторы исследований, как правило, согласны с тем, что в основном пациенты не помнят в какой день и сколько таблеток, доз лекарств они пропустили [7]. Другие ученые берут во внимание иные параметры. Например, пациенты часто сообщают о беспокоящих симптомах, о побочных эффектах, связанных с антиретровирусной терапией (АРВ), все это приводит к плохой приверженности [8,9]. С другой стороны, доверие к безопасности и эффективности АРВ препаратов, боевой дух пациента, возможность пройти лечение, все это связано с повышением уровня приверженности [10]. Причины не употребления лекарств, такие как забывчивость, занятость, нахождение вдали от дома, где был оставлен препарат, также связаны с плохой приверженностью [11]. Однако важно не забывать, что пациенты обычно переоценивают свою приверженность.

Сравнительно новым методом косвенной оценки приверженности является применение электронных мониторов приверженности (The Medication Event Monitoring System - MEMS). Недостатком этого метода, выявленным в работе Лиу (Liu) с соавторами [13], является занижение приверженности, поскольку часто пациенты отмечали, что за одно открытие баночки брали несколько дозировок препарата (например, на случай, если во время приема препарата они не будут дома).

**Нейронная сеть, как метод оценки приверженности.** В настоящее время используются технологии сверточной и искусственной нейронных сетей, подходы, основанные на глубоком обучении, методы опорных векторов, k-ближайших соседей, искусственного интеллекта, нечеткая логика, и т.д. Однако до сих пор не решена задача эффективной оценки приверженности на этапе лечения и, в особенности, на этапе диагностики. Искусственная нейронная сеть является одним из важных инструментов, которые широко используются при

диагностике и оценке состояния здоровья пациента. В настоящей работе были проанализированы соответствующие исследования с учетом решаемых задач, методов и результатов, в которых искусственная нейронная сеть применялась к проблеме не соблюдения пациентом предписаний врача. Charissa Ann Ronaо (Чарисса Энн Ронао) в своей статье описывает распознавание человеческой активности с помощью датчиков смартфонов, используя глубокие обучающие нейронные сети. Предлагается использовать глубокую сверточную нейронную сеть для эффективного распознавания активности человека с использованием сенсоров смартфонов с помощью характеристик деятельности и сигналов временных рядов [12].

Методология, представленная О. Тура (О. Тупа), позволяет отслеживать движения человека и оценить характер походки с помощью датчиков изображения «Майкрософт» Kinect в трехмерном пространстве. Результаты включают оценку длины ног и походки пациента с признаками болезни Паркинсона. Объединение обеих функций позволило использовать нейронные сети для классификации и оценки селективности, специфичности и точности. Нейронная сеть также использовалась для изучения взаимодействия препаратов между собой. Данное взаимодействие теперь можно изучать автоматически, используя глубокие нейронные сети [13]. Проведенные эксперименты с несколькими классическими и современными классификаторами, подтвердили, что модели нейронной сети сильно превосходят другие модели в производительности. Модель нейронной сети была примерно в 10 раз быстрее, чем модель деревьев принятия решений. Оценив множество архитектур нейронных сетей, обнаружено, что наиболее эффективная модель представляет собой двухслойную нейронную сеть.

**Обучение нейронной сети.** Несмотря на наличия опыта разработки систем с применением интеллектуальных методов и методов анализа современного состояния приверженности, они до сих пор не решают качественно задачу оценки соблюдения медицинских предписаний пациентом. Поэтому, для проведения исследований будет разработана система, которая включает в себя основные подходы поддержки принятия решений в медицине, направленные на повышение их эффективности. Среди них инструментарий оперативной аналитической обработки данных, различные алгоритмические подходы (методы распознавания образов, искусственного интеллекта, нечеткая логика, прикладная математическая статистика и т.д.).

На первом этапе исследования была поставлена задача обучить нейронную сеть правильно ставить диагноз пациентам. При создании искусственных нейронных сетей одним из наиболее важных этапов построения было нахождение ее входных параметров.

В таблице 1 предоставлены диагностические критерии и их измерители, состоящие из 35 атрибутов, 32 из которых включают в себя симптомы, место расположения очага заболевания и другие диагностические критерии, которым соответствуют 3-м основным измерителям. Далее представлены атрибуты, требующие индивидуального определения. Согласно общему числу соответствующих диагнозов, пациенту присваивается номер заболевания, медицинская история болезни семьи информирует нас о том, есть определенное заболевание в семье или нет, также указывается возраст пациента.

Таблица 1. Диагностические критерии и их измерители

Диагностические критерии	Измерители
<ul style="list-style-type: none"> <li>•erythema</li> <li>•scaling</li> <li>•definite borders</li> <li>•itching</li> <li>•koebner phenomenon</li> <li>•polygonal papules</li> <li>•follicular papules</li> </ul>	<p>0: не наблюдается</p> <p>1, 2: указывают относительные промежуточные значения</p> <p>3: указывает наибольшее возможное значение</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>•oral mucosal involvement</li> <li>•knee and elbow involvement</li> <li>•calp involvement</li> </ul> И т. д.	
•age:	возраст пациента на момент обследования
•class:	1: псориаз 2: себорейный дерматит 3: красный плоский лишай 4: розовый лишай 5: хронический дерматит 6: красный волосистый питириаз (лишай)
•family history:	1: если какое-либо из этих заболеваний наблюдается в семье 0: не наблюдается

**Заключение.** Для построения НС, способных решать подобные задачи, необходимо сформировать их топологии, определить механизм обучения и алгоритм тестирования. Результат тестирования сети представляет собой выходные данные для НС, а также значения прогноза этих полей нейронной сетью. В нашем случае это диагноз и план лечения пациента. В настоящее время используются технологии искусственной нейронной сети. Применение НС позволит сравнивать состояние пациента на текущий момент с показателями уже здорового пациента и давать медицинский прогноз. Разработка методов оценки и их реализация в виде экспертной системы позволит улучшить эффективность и информированность врачей, создавать индивидуальную траекторию диагностики что, безусловно, повысит уровень и качество жизни пациента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Garcia R., Schooley R., Barado R. An adherence trilogy is essential for long-term HAART success. *Braz Infect Dis.* – 2003. – № 7 (5). – P. 307-314.
2. Osterberg L., Blaschke T. Adherence to Medication. *N Engl Med.* – 2005. – № 353. – P. 487-497.
3. Cramer J. How often is medication taken as prescribed? A novel assessment technique. *JAMA,* – 1989. – № 261 (22). – P. 3273-3277.
4. Claxton A. J., Cramer J., Pierce C. A systematic review of the associations between dose regimens and medication compliance. *Clin Ther* – 2001. – № 23. – P. 1296-310.
5. Cramer J. Medicine partnership. *Heart.* – 2003. – № 89(s. II). – P.1119-1121.
6. Duong M., Piroth L., Grappin M., et al. Evaluation of the patient medication adherence questionnaire as a tool for self-reported adherence assessment in HIV-infected patients on antiretroviral regimens. *HIV Clin Trials.* – 2001. – № 2(2). – P. 128-35.
7. Max B., Sherer R. Management of the adverse effects of antiretroviral therapy and medication adherence. *Clin Infect Dis.* – 2000. – № 30 (2). – P. 96-116.
8. Hoggs R.S., Heath K., Bangsberg D., et al. Intermittent use of triple combination therapy is predictive of mortality at baseline and after one year of follow-up. *AIDS.* – 2002. – № 16. – P. 1051-1058.
9. Mostahari F., Riley E., Selwin P., et al. Acceptance and adherence with antiretroviral therapy among HIV-infected women in a correctional facility. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol* – 1998. – № 18. – P. 341-348.

10. Chesney M., Ickovics J., Chambers D., et al. Self-reported adherence to antiretroviral medications among participants in HIV clinical trials: The AACTG adherence instruments. *AIDS Care*. – 2000. – № 12(3). – P. 255-66.
11. Liu H., Golin C, E, Miller L. G. et al. A comparison study of multiple measures of adherence to HIV protease inhibitors. *Ann Intern Med*. – 2001. – № 134. – P. 968-977.
12. Ronao C.A., Cho S.-B., Human activity recognition with smartphone sensors using deep learning neural networks. *Expert Syst. Appl.* – 2016. – № 59. – P. 235–244.
13. Tupa O., Prochazka A., Vysata O., Schatz M., et al. Motion tracking and gait feature estimation for recognising Parkinson's disease using MS Kinect. *Biomed. Eng. Online* – 2015. – № 14(1). – P. 97–116.

## ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОРТРЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ФУРЬЕ

*Болотов М. А., Мартынов Д. С.*  
*(г. Нижний Новгород, Нижегородский Государственный*  
*Технический Университет им. Р. Е. Алексева)*  
*e-mail: mabol98@rambler.ru , martynov-dmitriy@yandex.ru*

## PARALLEL METHODS FOR CONSTRUCTING SPECTRAL PORTRAITS USING FOURIER TRANSFORMS

*Bolotov M. A., Martynov D. S.*  
*(s. Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State Technical University R. E. Alekseeva)*

**Abstract.** This article gives the analysis of the productivity of single-threaded and multi-threaded computation of spectral portraits using fast Fourier transform. The method of “signals and slots” provided by the PyQt5 library is used for synchronizing the threads. The article presents a graph showing the dependence of volume of processed data on the time by one and two threads. It was found that the productivity of computation with two threads exceeds the single-threaded mode by 44%.

**Keywords:** parallel computing, spectral analysis, frequency response, fast fourier transform, accelerometer, asymmetry, tremor.

**Введение.** Тремор – это быстрые, ритмичные движения конечностей и туловища, свидетельствующие о наличие двигательного, либо неврологического расстройства. Принято считать, что наибольшее влияние в механизм формирования тремора оказывают мышечными сокращениями. Эти мышечные сокращения, как правило, являются внешними проявлениями различных физиологических патологий и заболеваний центральной нервной системы. Механизмы влияния гемодинамики на формирование тремора плохо изучены в виду ограниченности математической модели кровотока [1] и связанной с гемодинамикой биомеханики. Однако, влияние гемодинамики на формирование тремора очевидно как с точки зрения физиологии, так и гидродинамики [2].

В современной клинической практике выделяют следующие виды тремора: 1) дрожание внутри тела при стрессе; 2) дрожание в теле при вегетативной дисфункции; 3) внутренне дрожание при болезни Паркинсона (БП); 4) эссенциальный тремор (ЭТ). Своевременное выявление патологии и её классификация в значительной мере позволяют обеспечивать возможность как назначение своевременного лечения, так и снижение дегенеративного влияния заболевания на организм человека.