

Андрианова Евгения Сергеевна

**ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ АНАЛИЗЕ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Целью работы являются исследование динамических спектральных характеристик нестационарной ЭЭГ во время решения когнитивных задач и нахождение пространственно-временных корреляций различных ее каналов, вычисленных с помощью спектральных интегралов. Результаты исследований интеллектуальной деятельности были получены в условиях моделирования различных творческих и математических заданий.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2014/7/2.html](http://www.gramota.net/materials/1/2014/7/2.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2014. № 7 (85). С. 16-18. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2014/7/](http://www.gramota.net/materials/1/2014/7/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

УДК 621.822.7

## Технические науки

*Целью работы являются исследование динамических спектральных характеристик нестационарной ЭЭГ во время решения когнитивных задач и нахождение пространственно-временных корреляций различных ее каналов, вычисленных с помощью спектральных интегралов. Результаты исследований интеллектуальной деятельности были получены в условиях моделирования различных творческих и математических заданий.*

*Ключевые слова и фразы:* биотехнические системы; когнитивные функции; физиологические сигналы; вейвлетный анализ; информационно-измерительный комплекс.

**Андрианова Евгения Сергеевна**

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики  
andrianova\_evg@mail.ru*

### ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА<sup>©</sup>

Интеллектуальная деятельность человека является одной из его специфических особенностей и наиболее сложно организованных психических функций и потому чрезвычайно сложна для инструментальных исследований. Не существует общепринятых взглядов на то, каким образом головной мозг и центральная нервная система обеспечивают процесс мышления и принятия решений.

Известно, что умственные нагрузки вызывают серьезные изменения в электроэнцефалограмме (ЭЭГ) в диапазоне альфа-ритма вплоть до его десинхронизации. Многочисленные исследования в этом направлении показали динамику амплитудно-частотных параметров ЭЭГ во всех ритмических диапазонах. Отмечено усиление дельта- и тета-активности в передних отделах, в основном, левого полушария коры головного мозга. При выполнении когнитивных задач усиление тета-ритма, называемого также ритмом напряжения, положительно соотносится с успешностью их решения [1].

Анализируемые физиологические сигналы были получены с помощью информационно-измерительного комплекса [12; 14]. Структура информационно-измерительного комплекса включает как измерительные, так и информационные подсистемы. Поскольку измерительные и информационные подсистемы составляют одну систему и взаимодействуют друг с другом, то существуют общие принципы их исследования. Одним из таких принципов является принцип симметрии, описанный в работах [6; 8]. Симметрия проявляется как свойство инвариантности модели исследуемого объекта или системы относительно определенных преобразований, выполняемых в модели. Инвариантом может быть структура информационно-измерительной системы или числовая величина, например, значение критерия качества измерения [2; 3]. Разработке методов исследования и применения свойств симметрии при проектировании информационно-измерительных систем посвящены работы [4; 5; 7; 15].

Практически все результаты исследований интеллектуальной деятельности были получены в условиях моделирования различных творческих и математических заданий. Для анализа динамических спектральных характеристик используется метод вейвлет-анализа различных каналов ЭЭГ, пространственно разнесенных по всей коре головного мозга. В качестве примера когнитивных задач использовались интеллектуальные задания, связанные с устным счетом. Для подготовленных участников, имеющих опыт шахматных соревнований, использовались когнитивные задания, связанные с решением в уме шахматных задач. В работе [1] приведены результаты исследования динамических спектральных характеристик нестационарной ЭЭГ во время решения когнитивных задач и результаты нахождения пространственно-временных корреляций различных ее каналов, вычисленных с помощью спектральных интегралов.

Для исследования нестационарной ЭЭГ испытуемых во время обдумывания ходов применена теория вейвлетов [9; 10]. Для расчёта корреляций различных каналов ЭЭГ в зависимости от времени шахматной партии рассмотрены спектральные интегралы. Спектральный интеграл пропорционален вероятности того, что в момент времени энергия сигнала сосредоточена в спектральном интервале. Спектральные интегралы позволяют анализировать динамику развития по времени ЭЭГ-активности в заданном спектральном диапазоне для определенного канала. Существует возможность получить значения спектральных интегралов в дельта-, тета-, альфа- и бета-диапазонах ЭЭГ.

Для отражения динамики пространственной координации различных отделов мозга в диапазонах основных ритмов ЭЭГ в процессе решения испытуемым различных когнитивных задач введены коэффициенты корреляции Пирсона между различными каналами ЭЭГ.

В процессе работы была решена задача определения пространственной организации ЭЭГ во всех спектральных диапазонах для всех каналов в динамике, что дает принципиально новую информацию о поведении нестационарной ЭЭГ человека во время реальной умственной нагрузки.

Как правило, период наблюдения за испытуемым состоит из последовательности этапов: покой, решение различных когнитивных задач, релаксация. Изучение влияния интеллектуальной нагрузки на работу мозга начинается с начального этапа покоя. После этого наступают этапы, на которых испытуемому предъявляются различные когнитивные задачи, между которыми существуют некоторые интервалы времени релаксации. Финальным этапом является этап релаксации, на котором испытуемый расслабляется и стремится вернуться в начальное состояние покоя. В течение всех этих этапов, каждый из которых длится примерно несколько десятков секунд, фиксируется ЭЭГ со всех отведений головного мозга.

Результаты исследований отчётливо показали, что психофизиологическое напряжение, вызываемое моделированием умственной деятельности, значительно ниже, чем во время решения шахматных задач. Этот факт подтверждён данными статистического анализа ритмов сердца и дыхания на разных этапах исследований двух типов мыслительной деятельности, разностными матрицами корреляции Пирсона, корреляциями спектральных интегралов 21-го отведения ЭЭГ. Анализ спектральных интегралов позволил выявить пространственные взаимоотношения переходных процессов ЭЭГ во всех спектральных диапазонах, оценить моменты резких перестроек частотных диапазонов для различных каналов ЭЭГ и найти степень их синхронизации.

Исследования подтвердили, что решающее значение в обеспечении системных реакций организма на умственную нагрузку имеют индивидуально-типологические особенности личности [13].

Для получения достоверной информации при анализе физиологических сигналов необходимо использовать сигналы высокого качества. Для повышения информативности физиологических сигналов широко используется вейвлетный анализ, представляющий собой одну из самых перспективных технологий по анализу данных. Вейвлетный анализ стал необходимым математическим инструментом при проведении различных исследований. Необходимость его использования проявляется в тех случаях, когда результат анализа сигнала должен содержать не только перечисление его характерных частот, но и сведения о локальных особенностях.

При использовании томографических методов для решения задач медицинской диагностики довольно часто формируемые изображения получают зашумленными, что объясняется движением пациента, нахождением предметов с высокой степенью поглощения в зоне сканирования и неисправностью аппаратуры [11]. Это приводит к ухудшению качества визуального восприятия и снижению достоверности решений, принимаемых на основе анализа таких изображений. Для решения задачи устранения или снижения уровня шума на томограммах может быть использован вейвлет-анализ как одно из наиболее мощных и при этом гибких средств исследования и обработки изображений.

Использование результатов проведенного исследования позволит в перспективе значительно расширить диагностические возможности врачей-нейрофизиологов.

#### Список литературы

1. **Анодина-Андриевская Е. М., Божок С. В., Марусина М. Я., Полонский Ю. З., Суворов Н. Б.** Перспективные подходы к анализу информативности физиологических сигналов и медицинских изображений человека при интеллектуальной деятельности // Известия вузов. Приборостроение. 2011. Т. 54. № 7. С. 27-34.
2. **Иванов В. А., Марусина М. Я.** Применение теории групп при решении задач реализации измерительных преобразований // Известия вузов. Приборостроение. 2000. Т. 43. № 6. С. 36-39.
3. **Иванов В. А., Марусина М. Я., Липиньски А. Г.** Групповые свойства измерительных преобразований // Авиакосмическое приборостроение. 2003. № 5. С. 32-35.
4. **Иванов В. А., Марусина М. Я., Сизиков В. С.** Обработка измерительной информации в условиях неопределенностей // Контроль. Диагностика. 2001. № 4. С. 40-43.
5. **Иванов В. А., Марусина М. Я., Флегонтов А. В.** Инвариантные аппроксимации и их применение в МР-томографии // Научное приборостроение. 2003. Т. 13. № 2. С. 22-26.
6. **Марусина М. Я.** Инвариантный анализ и синтез в моделях с симметриями: монография. СПб., 2004. 144 с.
7. **Марусина М. Я.** Оптимизация измерительных преобразований на основе теоретико-группового анализа // Известия вузов. Приборостроение. 2005. Т. 48. № 3. С. 27-31.
8. **Марусина М. Я.** Повышение качества измерений на основе теоретико-группового анализа и синтеза измерительных систем: дисс. ... д.т.н. СПб.: ИТМО, 2005. 340 с.
9. **Марусина М. Я., Анодина-Андриевская Е. М.** Вейвлетный анализ в обработке томографических изображений // Научное приборостроение. 2011. Т. 21. № 1. С. 71-75.
10. **Марусина М. Я., Казначеева А. О.** Шумоподавление в томографии с помощью вейвлет-фильтров // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2006. Т. 49. № 10. С. 51-57.
11. **Марусина М. Я., Скалецкая Н. Д., Казначеева А. О.** Коррекция пространственных искажений в томографии // Научное приборостроение. 2005. Т. 15. № 3. С. 77-82.
12. **Марусина М. Я., Суворов Н. Б., Козаченко А. В., Толкович Д. В.** Синхронизация физиологических сигналов интеллектуальной деятельности человека с помощью многофункционального измерительного комплекса // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 4 (86). С. 49-55.
13. **Суворов Н. Б., Марусина М. Я., Щепетов С. С., Полонский Ю. З.** Отражение умственной деятельности человека в реакциях кардиореспираторной системы // Биотехносфера. 2013. № 5 (29). С. 14-21.
14. **Толкович Д. В., Суворов Н. Б., Марусина М. Я., Козаченко А. В.** Многофункциональная биотехническая система для изучения физиологических сигналов при интеллектуальной деятельности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2013. Вып. НТВ-ИТУ. № 5 (181). С. 73-78.
15. **Flegontov A. V., Marusina M. J.** The Comparison Method of Physical Quantity Dimensionalities // Lecture Notes in Computer Science. 2009. Т. 5743. P. 81-88. DOI: 10.1007/978-3-642-04103-7\_8.

## INCREASE OF PHYSIOLOGICAL SIGNALS INFORMATIVITY WHILE ANALYZING HUMAN INTELLECTUAL ACTIVITY

Andrianova Evgeniya Sergeevna

Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics  
andrianova\_evg@mail.ru

The purpose of the work is the research of the dynamic spectral characteristics of the non-stationary electroencephalogram during cognitive tasks solution and finding the spatial-temporal correlations of its various channels calculated with the use of spectral integrals. The results of headwork researches were obtained under the conditions of different creative and mathematical tasks modelling.

*Key words and phrases:* biotechnical systems; cognitive functions; physiological signals; wavelet analysis; informational-measuring complex.

УДК 330.322.3

**Экономические науки**

*В статье анализируются направления и объёмы инвестиций на индивидуальном уровне в здоровье как элемент человеческого капитала молодёжи современной России. Представлены отдельные результаты выборочного обследования населения г. Волгограда и Волгоградской области в возрастах 16-30 лет, касающиеся вложений в собственное здоровье. Определены основные направления индивидуальной инвестиционной активности, которые требуют корректировки с целью улучшения количественных и качественных характеристик человеческого капитала молодёжи современной России, в частности, такого его элемента как здоровье.*

*Ключевые слова и фразы:* человеческий капитал; российская молодёжь; оценка эффективности инвестиций; субъекты инвестиций; элементы человеческого капитала.

**Антоненко Вероника Владимировна**, к.э.н., доцент

**Антонов Георгий Вячеславович**, к. соц. н., доцент

**Лактюхина Елена Геннадьевна**, к. соц. н.

Волгоградский государственный университет

avv1@mail.ru; antonovgv@mail.ru; laktuchina@mail.ru

### ИНВЕСТИЦИИ В ЗДОРОВЬЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА ИНДИВИДА: НА ПРИМЕРЕ МОЛОДЁЖИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ<sup>©</sup>

*Статья подготовлена при финансовой поддержке РГНФ в рамках исследовательского проекта № 14-12-34004 «Комплексная оценка эффективности инвестиций в человеческий капитал российской молодёжи».*

Здоровье выступает важнейшим элементом человеческого капитала индивида, поскольку от того, здоров человек или нет, напрямую зависит, насколько полноценно он сможет трудиться, принося доход себе, своей семье, работодателю или государству. В данной статье речь пойдёт об инвестициях в здоровье на индивидуальном уровне на примере молодёжи Волгоградской области. Под молодёжью мы традиционно понимаем категорию населения в возрасте 16-30 лет. Эффективность инвестиций в здоровье в этом возрасте во многом обуславливает и всю последующую трудовую (равно, как и любую другую) активность индивида, вплоть до пенсионных возрастов.

В 2014 г. авторами настоящей статьи было проведено исследование, предполагавшее, в том числе, выборочный социологический опрос населения Волгоградской области, статистически относящегося к понятию «молодёжь» в указанном выше смысле. Опрос проводился в г. Волгограде и выборочно в нескольких районах Волгоградской области. Объём выборки – 374 человека, тип – случайная многоступенчатая, ошибка выборки не превышает 5%. Сразу следует отметить, что объём инвестиций в здоровье как элемент человеческого капитала именно на индивидуальном уровне можно охарактеризовать как низкий. Этот тезис подтверждается, в частности, приведёнными ниже данными, полученными в результате проведённого опроса.

На вопрос «Как часто Вы приобретаете в аптеках какие-либо лекарственные препараты или медицинские принадлежности?» ответы распределились следующим образом:

- один раз в неделю или чаще – 16 человек (4,28% опрошенных);
- два-три раза в месяц – 65 (17,38%);
- один раз в месяц – 101 (27,01%);
- несколько раз в год – 143 (38,24%);
- один раз в год или реже – 48 (12,83%);
- нет ответа – 1 (0,27%).