

<https://doi.org/10.33647/2713-0428-17-3E-118-121>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРИГИНАЛЬНОГО ПРЕЦИЗИОННОГО МНОГОКАНАЛЬНОГО АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В ЭЭГ-ИССЛЕДОВАНИЯХ В СПОРТЕ

С.Ю. Харитонов\*, Ю.В. Фокин

ФГБУН «Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России»  
143442, Российская Федерация, Московская обл., Красногорский р-н, п. Светлые горы, 1

Аппаратные высокоточные средства и инновационные технологии, разрабатываемые для анализа активности и нейровизуализации интрацентральных отношений головного мозга с помощью электроэнцефалографических методов, позволяют проводить необходимую диагностику и коррекцию функционального состояния спортсменов, прогнозировать психоактивные свойства биологически активных соединений и их комбинаций, повышать качество результатов клинических исследований нейropsychоактивных средств и оптимизировать их практическое применение.

**Ключевые слова:** нейровизуализация, нормализация (нормирование), кошки, электроды, электрограммы головного мозга (ЭГМ), нормализованная ЭГМ (НЭМ), быстрое преобразование Фурье (БПФ), аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), спорт

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Харитонов С.Ю., Фокин Ю.В. Использование оригинального прецизионного многоканального аналогово-цифрового преобразователя в ЭЭГ-исследованиях в спорте. *Биомедицина*. 2021;17(3E):118–121. <https://doi.org/10.33647/2713-0428-17-3E-118-121>

Поступила 20.04.2021

Принята после доработки 17.05.2021

Опубликована 20.10.2021

## USE OF AN ORIGINAL PRECISION MULTICHANNEL ANALOGUE-DIGITAL CONVERTER IN EEG RESEARCH IN SPORT

Sergey Yu. Kharitonov\*, Yuriy V. Fokin

Scientific Center of Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia  
143442, Russian Federation, Moscow Region, Krasnogorsk District, Svetlye Gory Village, 1

High-precision hardware tools and innovative technologies developed for the analysis of activity and neuroimaging of intracentral relations of the brain using electroencephalographic methods are important for the diagnostics and correction of the functional state of athletes, prediction of the psychoactive properties of biologically active compounds and their combinations, improvement of the results of clinical studies of neuropsychopharmacological drugs to optimize their practical application.

**Keywords:** neuroimaging, normalization, cats, electrodes, brain electrograms, normalized brain electrograms, Fast Fourier transform, analogue-digital converter, sport

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Kharitonov S.Yu., Fokin Yu.V. Use of an Original Precision Multichannel Analogue-Digital Converter in EEG Research in Sport. *Journal Biomed.* 2021;17(3E):118–121. <https://doi.org/10.33647/2713-0428-17-3E-118-121>

*Submitted 20.04.2021*

*Revised 17.05.2021*

*Published 20.10.2021*

Современные реалии диктуют необходимость ежедневно анализировать огромное количество информации, быстро и эффективно решать поставленные задачи, добиваясь максимальной концентрации и высокой продуктивности. Одним из направлений, в которых эти требования предъявляются в наибольшей степени, является профессиональная подготовка спортсменов.

Ряд показателей, такие как электроэнцефалограмма (ЭЭГ), электрокардиограмма (ЭКГ), электромиограмма (ЭМГ) и прочие, являются результатом измерения разности электрических потенциалов между двумя участками кожи человека. Другие показатели, такие как амплитуда и частота дыхания, тремор и ускорение движения конечности, являются результатом преобразования неэлектрических процессов в электрический сигнал с помощью специальных датчиков, размещаемых на теле испытуемого.

Полученные электрические сигналы поступают на вход специальной аппаратуры, включающей усилители и фильтры сигнала, а также аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), который преобразует электрический сигнал в ряд цифровых значений, передаваемых на компьютер. Компьютер с помощью специального программного обеспечения позволяет визуализировать (показывать на экране или распечатывать на бумаге) исследуемые показатели и проводить их математическую обработку, например, спектральный анализ. После постановки регистрирующих электродов и соединения их с энцефалографом необходимо усилить сигналы, составляющие милливольты, на несколько порядков; исключить влияние электрических полей, создающих «наводки»

и искажающих интересующие потенциалы; выделить необходимый потенциал из суммы различных электрохимических процессов, происходящих в организме (электрическая активность кожи, мышц, движения глаз и т. д.) [4].

Электроэнцефалография развивается параллельно с совершенствованием электронных усилителей и компьютерной техники. Современные компьютерные методы анализа ЭЭГ позволяют локализовывать источники и строить карты электрической активности мозга, проводить сложные виды неклинического и клинического анализа.

Цифровая обработка сигналов является фундаментальным принципом построения современных ЭЭГ-комплексов, её качество зависит от предварительной обработки сигнала и АЦП. Технические характеристики повышаются насыщенностью микропроцессорными интегральными схемами, использованием высокопроизводительных интерфейсов для связи с компьютером. Высокоточные АЦП обеспечивают значительную частоту дискретизации и повышение разрядности АЦП, увеличивая входной динамический диапазон сигнала [1].

Прецизионные многоканальные АЦП с оценочным программным обеспечением позволяют конфигурировать все функциональные возможности преобразователя через доступный интерфейс работы с регистрами и проводить анализ с выводом цифровых данных и построением графических результатов в реальном времени. Устройство может использоваться как многоканальный осциллограф, спектроанализатор, а также полноценный электронный

самописец-регистратор с возможностью сохранения данных на жёстком диске компьютера без разрывов и ограничений по времени записи. Среди преимуществ данного оборудования:

- сверхнизкая погрешность измерений;
- прецизионные 18-битные измерения на высокой частоте (1 МГц на канал);
- отсутствие межканального прохождения независимо от частоты преобразования;
- высокоточные измерения независимо от выходного сопротивления источников сигналов;
- возможность измерения высоковольтных сигналов напрямую через резистивные делители;
- высокий входной импеданс всех каналов при любом режиме работы;
- готовые библиотеки, исключающие необходимость предварительной градуировки и программирования;
- возможность одновременного сбора, обработки, визуализации и целостного сохранения в течение неограниченного времени.

Данное оборудование адаптировано под поставленные задачи и успешно применяется в научной работе НЦБМТ ФМБА России, направленной на нейровизуализа-

цию интрацентральных отношений головного мозга, анализ когнитивных функций и иных информативных параметров функционального состояния крупных лабораторных животных (кошек) с дальнейшей экстраполяцией результатов в отношении медицинских работников, спортсменов и спецконтингента [2, 3].

В настоящее время анализ ЭЭГ является, например, единственно доступным объективным способом изучения работы головного мозга спортсменов, задействованных в стрелковых видах спорта [6–8]. Установлено, что у спортсменов ациклических видов спорта сила мышечного сокращения коррелирует с усилением мощности высокочастотных составляющих ЭЭГ практически по всей поверхности коры, состояние утомления характеризуется преимущественным снижением активности лобных зон коры головного мозга [5].

Инновационные технологии детекции и распознавания сложных преобразований ЭГ мозга обеспечивают совершенствование исследований в области фармакологической коррекции интрацентральных отношений головного мозга, в т. ч. с помощью нейрорепрессивных средств направленного действия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Ветвицкий Е.В., Плотников А.В., Прилуцкий Д.А., Селищев С.В. Применение универсального последовательного интерфейса USB в компьютерных медицинских комплексах. *Медицинская техника*. 2000;4:3–7. [Vetvitskiy E.V., Plotnikov A.V., Prilutskiy D.A., Selishchev S.V. Primenenie universal'nogo posledovatel'nogo interfeysa USB v komp'yuternykh meditsinskikh kompleksakh [Application of the universal serial USB interface in computer medical complexes]. *Meditsinskaya tekhnika* [Medical equipment]. 2000;4:3–7. (In Russian)].
2. Каркищенко Н.Н. *Фармакология системной деятельности мозга*. Ростов: Ростиздат, 1975:152. [Karkischenko N.N. *Farmakologiya sistemnoy deyatelnosti mozga* [Pharmacology of systemic activity of the brain]. Rostov: Rostizdat Publ., 1975:152. (In Russian)].
3. Каркищенко Н.Н., Фокин Ю.В., Каркищенко В.Н., Табокова Л.А., Харитонов С.Ю., Алимкина О.В. Новые подходы к оценке интрацентральных отношений по показателям оперантного поведения и электрограмм мозга кошек. *Биомедицина*. 2018;4:4–17. [Karkischenko N.N., Fokin Yu.V., Karkischenko V.N., Taboyakova L.A., Kharitonov S. Yu., Alimkina O.V. Novye podkhody k otsenke intratsentral'nykh otnosheniy po pokazatelyam operantnogo povedeniya i elektrogramm mozga koshek [New approaches to the assessment of intracentral relations in terms of operant behavior and electrograms of the cats brain]. *Biomeditsina* [Journal Biomed]. 2018;4:4–17. (In Russian)].
4. Напалков Д.А., Ратманова П.О., Коликов М.Б. *Аппаратные методы диагностики и коррекции функционального состояния стрелка: Метод. реком.* М.: МАКС Пресс, 2009:212. [Napalkov D.A.,

- Ratmanova P.O., Kolikov M.B. *Apparatnye metody diagnostiki i korrekcii funkcional'nogo sostoyaniya strelka [Hardware methods of diagnostics and correction of the functional state of the shooter]: Method. recom.* Moscow: MAKS Press Publ., 2009:212. (In Russian)].
5. Черный С.В., Мишин Н.П., Нагаева Е.И. Особенности электроэнцефалограммы спортсменов ациклических видов спорта. *Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского: серия Биология, химия.* 2016;2;68(3):45–54. [Cherniy S.V., Mishin N.P., Nagaeva E.I. Osobennosti elektroentsefalogrammy sportsmenov atsiklicheskikh vidov sporta [Features of the electroencephalogram of athletes of acyclic sports]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'no-go universiteta imeni V.I. Vernadskogo: seriya* *Biologiya, himiya [Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky: series Biology, chemistry]*. 2016;2;68(3):45–54. (In Russian)].
6. Hatfield D.B., Haufler A.J., Hung T.-M., Spalding T.W. Electroencephalographic studies of skilled psychomotor performance. *J. of Clinical Neurophysiol.* 2004;21(3):144–156.
7. Haufler A.J., Spalding T.W., Santa Maria D.L., Hatfield D.B. Neurocognitive activity during a self-paced visuospatial task: Comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters. *Biological Psychology*. 2000;53:131–160. DOI: 10.1016/S0301-0511(00)00047-8.
8. Kerick S.E., Doudlass L.W., Hatfield B.D. Cerebral cortical adaptations associated with visuomotor practice. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2004;36(1):118–129. DOI: 10.1249/01.MSS.0000106176.31784.D4.

---

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

---

**Харитонов Сергей Юрьевич\***, ФГБУН  
«Научный центр биомедицинских технологий  
ФМБА России»;

**e-mail:** [zetroks5@gmail.com](mailto:zetroks5@gmail.com)

**Фокин Юрий Владимирович**, к.б.н., ФГБУН  
«Научный центр биомедицинских технологий  
ФМБА России»;

**e-mail:** [fokin@scbmt.ru](mailto:fokin@scbmt.ru)

**Sergey Yu. Kharitonov\***, Scientific Center  
of Biomedical Technologies of the Federal Medical  
and Biological Agency of Russia;

**e-mail:** [zetroks5@gmail.com](mailto:zetroks5@gmail.com)

**Yuriy V. Fokin**, Cand. Sci. (Biol.), Scientific Center  
of Biomedical Technologies of the Federal Medical  
and Biological Agency of Russia;

**e-mail:** [fokin@scbmt.ru](mailto:fokin@scbmt.ru)

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author