

ISSN 2077-8333 (print)
ISSN 2311-4088 (online)

ЭПИЛЕПСИЯ и пароксизмальные состояния



2024 Том 16 №4

EPILEPSY AND PAROXYSMAL CONDITIONS

2024 Vol. 16 №4

<https://epilepsia.su>

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта <http://www.epilepsia.su>. Не предназначено для использования в коммерческих целях.
Информацию о репринтах можно получить в редакции. Тел.: +7 (495) 649-54-95; эл. почта: info@irbis-1.ru.



<https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2024.203>

ISSN 2077-8333 (print)

ISSN 2311-4088 (online)

Обзор вариантов расчета индекса эпилептиформной активности на ЭЭГ

А.А. Иванов

Общество с ограниченной ответственностью «Нейрософт» (ул. Воронина, д. 5, Иваново 153032, Россия)

Для контактов: Алексей Алексеевич Иванов, e-mail: iva@neurosoft.com

РЕЗЮМЕ

Основная область применения электроэнцефалографии (ЭЭГ) в современной клинической практике – это диагностика эпилепсии. Одним из важнейших количественных параметров оценки эпилептиформной активности на ЭЭГ является индекс эпилептиформной активности (ИЭА). Однако в зависимости от способа расчета данного параметра результат может существенно изменяться. Да и сам термин «индекс эпилептиформной активности» неоднозначен. Разные производители ЭЭГ-оборудования, как и разные медицинские специалисты, могут вкладывать в это понятие разные смыслы и понимать его по-разному. В статье рассмотрены возможные способы расчета ИЭА на ЭЭГ, внесена ясность в понимание данного термина.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Электроэнцефалография, ЭЭГ, эпилепсия, эпилептиформная активность, математический анализ ЭЭГ, индекс эпилептиформной активности, ИЭА.

Для цитирования

Иванов А.А. Обзор вариантов расчета индекса эпилептиформной активности на ЭЭГ. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2024; 16 (4): 402–408. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2024.203>.

Methods for calculating EEG-based epileptiform activity index

А.А. Ivanov

Neurosoft LLC (5 Voronin Str., Ivanovo 153032, Russia)

Corresponding author: Alexey A. Ivanov, e-mail: iva@neurosoft.com

SUMMARY

Electroencephalography (EEG) is mainly used for epilepsy diagnostics in modern clinical practice. Epileptiform activity index (EAI) is recognized as one of the essential quantitative parameters for assessing the presence of epileptiform activity by using EEG. However, depending on EAI calculation method, the result may vary dramatically. In this regard, the term “epileptiform activity index” *per se* is not defined very clearly and remains unambiguous. Different manufacturers of EEG equipment like different medical specialists may put different meanings into this concept and understand it differently. The article discusses possible EAI calculation methods for EEG and clarifies the understanding of this term.

KEYWORDS

Electroencephalography, EEG, epilepsy, epileptiform activity, EEG mathematical analysis, epileptiform activity index, EAI.

For citation

Иванов А.А. Methods for calculating EEG-based epileptiform activity index. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2024; 16 (4): 402–408 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2024.203>.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Основная область применения электроэнцефалографии (ЭЭГ) в современной клинической практике – это диагностика эпилепсии [1, 2]. Одним из важнейших количественных параметров оценки эпилептиформной активности на ЭЭГ является индекс эпилептиформной активности (ИЭА) [3, 4].

Вопрос выбора общепринятого метода расчета ИЭА на ЭЭГ в настоящее время остается открытым и вызывает много разногласий среди специалистов [5]. Нет единого утвержденного или рекомендованного способа расчета данного параметра. Это порождает проблемы с адекватной интерпретацией результатов ЭЭГ-обследований.

В статье перечислены варианты расчета ИЭА и показаны различия между ними, а также предложены некоторые рекомендации по использованию этого параметра для количественной оценки и интерпретации ЭЭГ-активности.

ТИПЫ ПРИСТУПОВ / TYPES OF SEIZURES

«Эпилептиформная электрическая активность на ЭЭГ» – термин, обозначающий определенные типы колебаний и графоэлементы, характерные для пациентов, страдающих эпилепсией. Иными словами, эпилептиформная активность – это компоненты ЭЭГ-сигнала, которые интерпретируются врачом как связанные с эпилепсией [1]. Наличие эпилептиформных паттернов на ЭЭГ необязательно связано с приступами эпилепсии или какими-либо клиническими проявлениями (субклиническая активность). Для четкой дифференциации эпилептиформной активности от артефактов записи рекомендуется применять видео-ЭЭГ-мониторинг во время проведения ЭЭГ-обследования [6, 7].

По локализации эпилептические приступы на ЭЭГ принято разделять на два типа: генерализованные и фокальные.

Генерализованные приступы характеризуются нелокализованным началом, часто с вовлечением всех ЭЭГ-отведений, но иногда с преобладанием передних или других отделов [2]. Генерализованные приступы чаще всего наблюдаются при идиопатических или симптоматических синдромах генерализованной эпилепсии. Подтипы генерализованных приступов включают: генерализованные тонико-клонические, абсансы, тонические, миоклонические, атонические приступы.

Фокальные приступы имеют ограниченную область, из которой они стартуют. Их можно разделить на фокальные сознательные (с осознанием), фокальные с нарушением сознания или фокальные билатеральные тонико-клонические [2]. При фокальных приступах с осознанием пациент сохраняет сознание на протяжении всего приступа – например, он может продолжать говорить, в то время как в левой руке наблюдается судорожная активность. Фокальные приступы с нарушением сознания приводят к тому, что пациент теряет сознание и впоследствии не помнит о приступе. Оба типа фокальных приступов могут включать или не включать двигательную активность.

Если фокальный приступ (осознанный или несознательный) распространяется на контралатеральное полушарие, он переходит от фокального к двустороннему (билиатеральному) тонико-клоническому приступу и в этой точке клинически выглядит как генерализованный тонико-клонический приступ. При таких приступах важно обратить внимание на ранние клинические признаки и электрографически проследить их до начала, чтобы найти их фокус, а не просто предполагать, что они с самого начала генерализованы [8].

Тонико-клонические приступы представляют собой типичные судороги. Они могут быть либо генерализованными тонико-клоническими, либо фокальными, переходящими в двусторонние тонико-клонические. Как следует из названия, они отмечены начальным периодом тонической двигательной активности, которая клинически проявляется как скованность, а на ЭЭГ – как значительный миогенный артефакт. Однако по мере того, как нейроны расходуют свой потенциал с такой постоянной активностью, кривые превращаются в прерывистые всплески спайков/полиспайков и медленных волн, причем каждый всплеск соответствует подергиваниям, которые проявляются клинически. Как правило, после такой интенсивной активности нейронов за приступом следует период постиктального затухания и/или замедления перед возможным возвращением к нормальному фону. Хотя приступы могут быть тонико-клоническими, они также могут быть исключительно тоническими или исключительно клоническими [8].

Тонические приступы клинически проявляются тоническим мышечным напряжением, скованностью и в основном носят генерализованный характер. Они не переходят в клоническую активность. Ихявление на ЭЭГ может выглядеть как артефакт, классически с преобладанием низкоамплитудной быстрой активности и ранним преобладанием медленной волны [8].

Миоклонический приступ – это, как правило, кратковременный непроизвольный рывок. Это нормально и обычно наблюдается при засыпании (гипногический миоклонус). На ЭЭГ миоклонические подергивания сопровождаются короткими эпилептиформными разрядами в течение всего 1 с [9].

Абсансы – тип генерализованных приступов, но они заслуживают отдельного обсуждения, поскольку синдром абсанской эпилепсии имеет характерные признаки. Типичные абсансы приступы клинически определяются внезапным и кратковременным прекращением сознания и активности, часто с трепетанием глаз или морганием, с быстрым возвращением к норме после окончания приступа. Атипичные абсансы могут сопровождаться другими признаками, такими как двигательная активность или более длительные постиктальные состояния. Электрографически типичные абсансы характеризуются генерализованными спайками и волнами частотой 3 Гц или полиспайками и волнами [10]. Абсансы приступы короткие, имеют очень внезапное электрографическое начало и такое же резкое затухание (**рис. 1**).

Вне зависимости от того, какие типы эпилептиформной активности регистрируются у обследуемого, судить о тя-

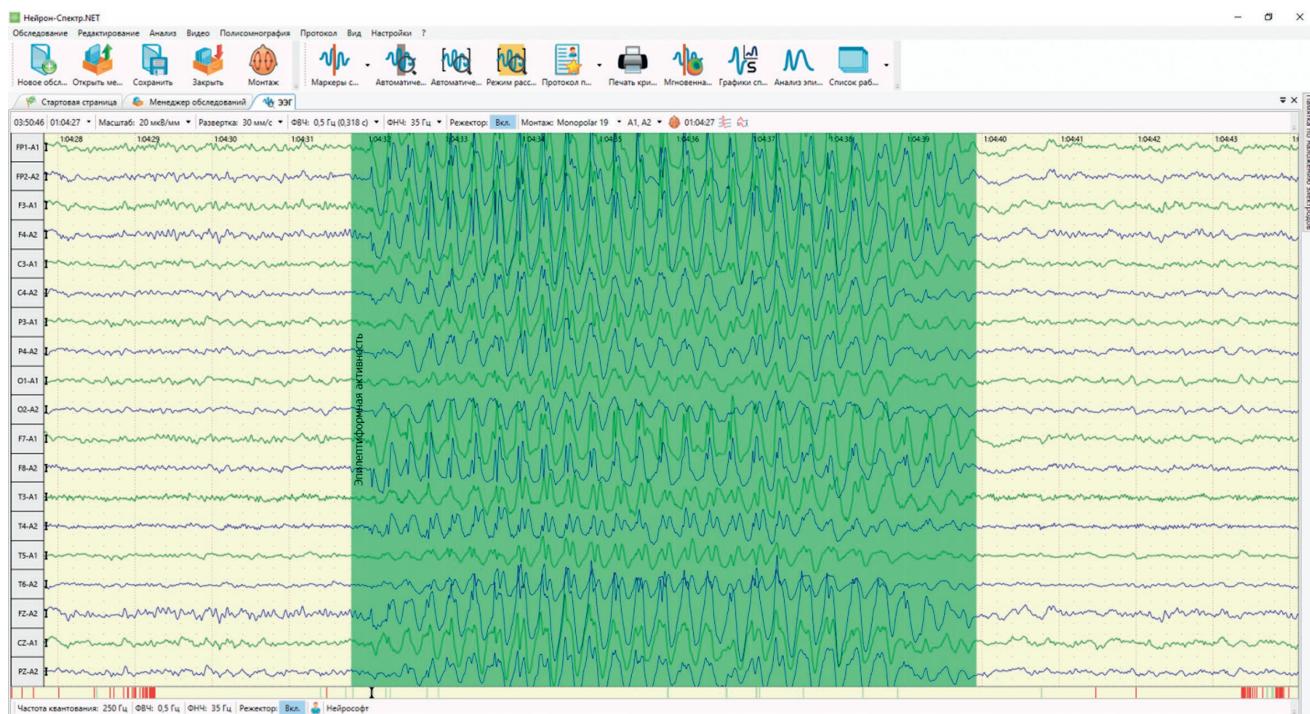


Рисунок 1. Пример абсанского приступа на электроэнцефалограмме

Figure 1. A representative EEG-identified absence seizure

жести заболевания можно, оценив частоту приступов, их длительность, сложность течения и постприступного периода. Обычно для оценки частоты приступов используется такой количественный параметр, как ИЭА. Однако есть несколько подходов к его вычислению – следовательно, и значения данного индекса могут отличаться и должны интерпретироваться соответствующим образом.

ВАРИАНТЫ РАСЧЕТА ИЭА / EAI CALCULATION OPTIONS

Рассмотрим несколько вариантов расчета ИЭА.

Количество секунд на экране, спровоцированных эпилептиформной активностью / Number of screen seconds triggered by epileptiform activity

Зачастую ИЭА считается как отношение количества секунд, спровоцированных эпилептиформной активностью, к общему количеству секунд, видимых на экране. Таким образом, если на экране видно 10 с записи и эпилептиформная активность зафиксирована в двух из них, то индекс равняется 20%.

Этот способ расчета довольно прост и нагляден, но имеет ряд недостатков. Во-первых, цена ошибки при таком расчете оказывается довольно велика. Например, на **рисунке 2** третий фрагмент эпилептиформной активности, который попал в расчет, достаточно спорный. Если его не учитывать, то индекс уже снизится до 12,5%. Во-вторых, от экрана к экрану количество эпилептиформной активности изменяется. В записи могут встретиться как экраны без нее, так и экраны с индексом до 100%. Возникает вопрос: какое значение индекса указать в заключении?

Количество эпизодов эпикактивности в час / Number of epiactivity episodes per hour

Второй достаточно простой и понятный способ расчета ИЭА, при котором в качестве результирующего параметра рассчитывается количество эпизодов в час, довольно сильно зависит от продолжительности обследования и от того, что считать эпикактивностью.

Например, если проведено ЭЭГ-обследование длительностью 15 мин и зафиксировано 2 эпифеномена, то индекс будет равен 8 (8 эпизодов в час). Но это вовсе не означает, что, если бы было проведено обследование в течение 1 ч, было бы зарегистрировано 8 эпилептических феноменов. При таком расчете ИЭА точность становится тем выше, чем более продолжительное обследование проведено.

Кроме того, на результат расчета ИЭА в данном случае влияет и то, что именно принимается за эпифеномен. Например, если принять каждый спайк или каждую острую волну за эпилептическую активность, то получится одно значение индекса, а если принять за эпилептиформную активность целиком эпизод пароксизмальной активности – совершенно другое. Именно поэтому в современных программах отдельно рассчитываются [11, 12]:

- индекс спайков;
- индекс острых волн;
- индекс эпизодов по их количеству за 1 ч записи.

Процент времени от всей записи, занимаемого эпикактивностью / Percentage of the entire record time occupied by epiactivity

Вариант расчета, при котором ИЭА определяется как отношение суммарного времени всех зафиксированных эпизодов эпилептиформной активности к общему вре-

Практические и технические аспекты ЭЭГ / EEG practical and technical aspects

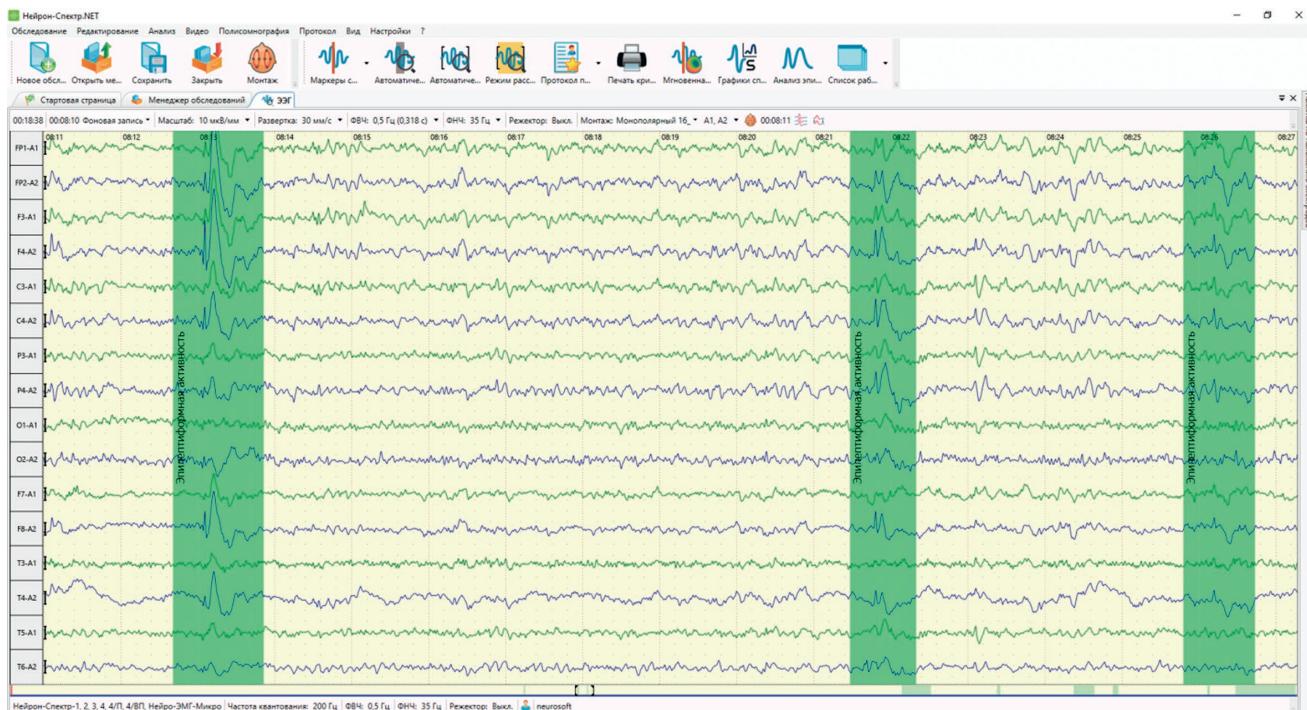


Рисунок 2. На экране видно 16 секунд электроэнцефалографической записи, из них 3 спровоцированы эпилептиформной активностью. Таким образом, индекс равен 18,75%

Figure 2. A snapshot of 16 sec-long electroencephalographic recording, including 3 sec-long epileptiform activity. Therefore, EAI = 18.75%.

мени записи, наиболее информативен, т.к. показывает процент времени, занятого эпикактивностью, а не гипотетическое количество эпизодов в час.

Данный тип расчета также зависит от длительности проведенного обследования, но при этом он представляется наиболее оптимальным для интерпретации – например, если требуется сравнить динамику лечения пациента по ИЭА в двух разных ЭЭГ-обследованиях.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА / CALCULATION EXAMPLES

Конечно, вручную посчитать ИЭА любым из представленных способов, кроме первого, весьма затруднительно, особенно на длительных записях, но для компьютерной обработки это не составит труда [13]. В современных программных продуктах для анализа ЭЭГ обычно присутствуют все перечисленные варианты расчета [11, 12, 14]. Выделять эпизоды эпилептиформной активности на ЭЭГ можно как вручную, так и с применением автоматических детекторов, которые в последнее время получили активное развитие и используют для анализа нейронные сети и другие инструменты искусственного интеллекта [15].

Кроме расчета ИЭА в современных программах реализованы и другие полезные инструменты для анализа эпилептиформных эпизодов. Например, топографическое картирование количества спайков или их средней амплитуды позволяет визуально оценить локализацию очага эпилептиформной активности или момента старта эпизода [11–13, 15] (рис. 3).

В качестве клинического примера рассмотрим ЭЭГ-обследование продолжительностью 18 мин. За это время

зарегистрировано 3472 спайка и 786 острых волн. Таким образом, индекс спайков, рассчитанный как количество спайков за 1 ч записи, будет равен 11 180, а острых волн – 2530 (рис. 4).

При этом если индекс считать по выделенным феноменам, то получаем совершенно другие результаты. За 18 мин записи выделено 14 фрагментов эпилептиформной активности (рис. 5). Их индекс, рассчитанный как количество за 1 ч, составил 45, а индекс, рассчитанный как отношение суммарной продолжительности всех выделенных феноменов к общей продолжительности записи, – 18,7%.

Таким образом, ИЭА, рассчитанный разными способами, может сильно отличаться для одной и той же записи.

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ / PROS AND CONS

Из приведенного выше описания возможных вариантов расчета ИЭА видно, что все они имеют ряд ограничений и недостатков:

- зависимость от выбранного фрагмента для анализа;
- зависимость от точности выделения фрагментов эпикактивности;
- зависимость от длительности записи.

Чтобы снизить влияние описанных недостатков, очевидно, нужно увеличивать продолжительность ЭЭГ-обследований и точность выделения эпилептиформной активности. В таком случае ИЭА действительно может стать полезным инструментом, позволяющим проводить [5, 16]:

- оценку тяжести текущего состояния пациента;
- сравнение состояния пациента до и после проведенного лечения;
- оперативное отслеживание динамики лечения.

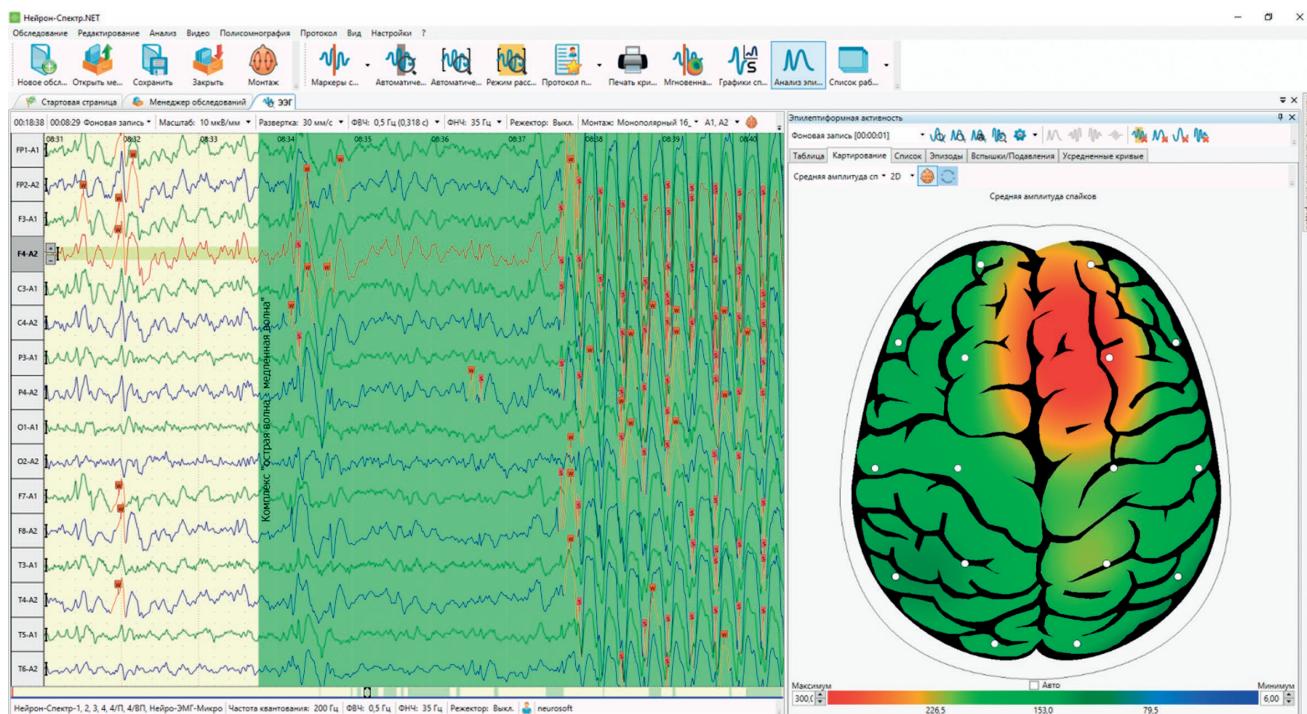


Рисунок 3. Топографическое картирование средней амплитуды спайков

Figure 3. Topographic mapping of mean spike amplitude

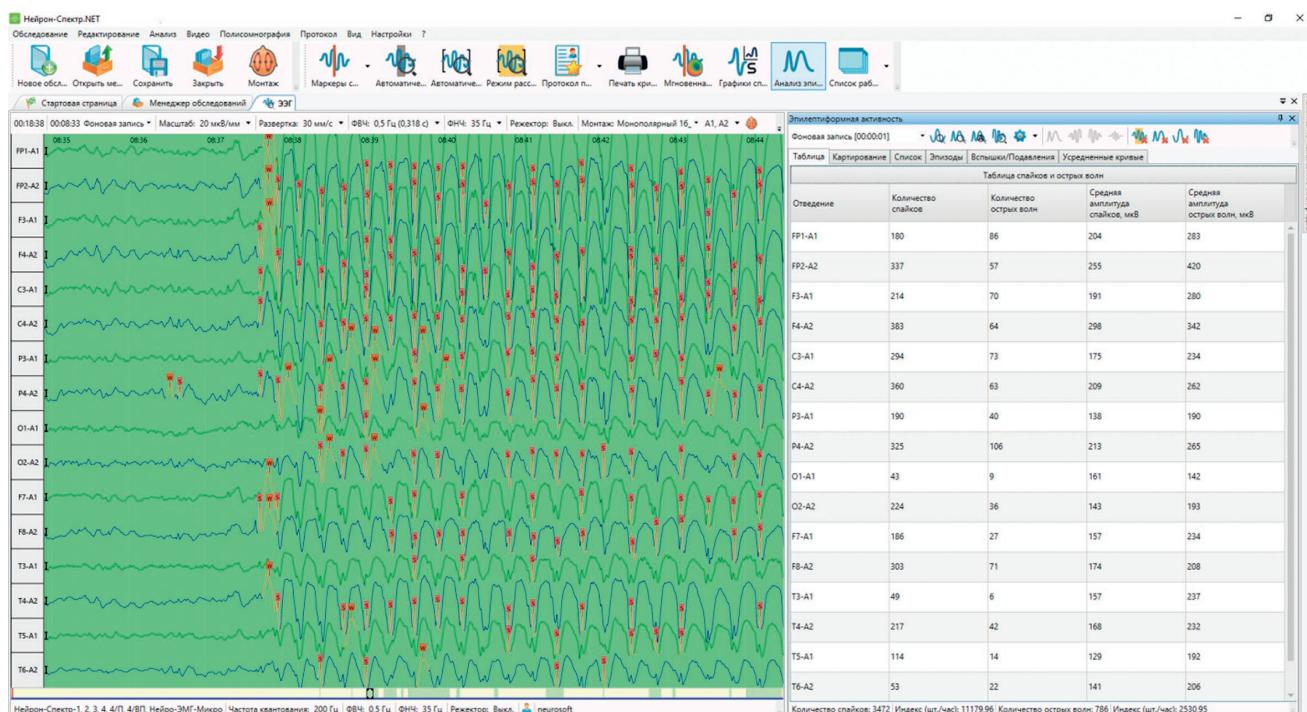


Рисунок 4. Пример расчета индекса спайков и острых волн

Figure 4. A representative spike and sharp wave index calculation

Однако при этом следует помнить, что термин «индекс эпилептиформной активности» остается достаточно размытым по смыслу и может рассчитываться и восприниматься разными специалистами по-разному, поэтому в протоколах заключений лучше заменять или расшифровывать его более определенными терминами, например:

- индекс спайк-волновой активности (если речь идет только о количестве спайков);
- количество эпилептиформных феноменов за 1 ч записи;
- процент от записи, содержащий эпилептиформную активность.

Практические и технические аспекты ЭЭГ / EEG practical and technical aspects

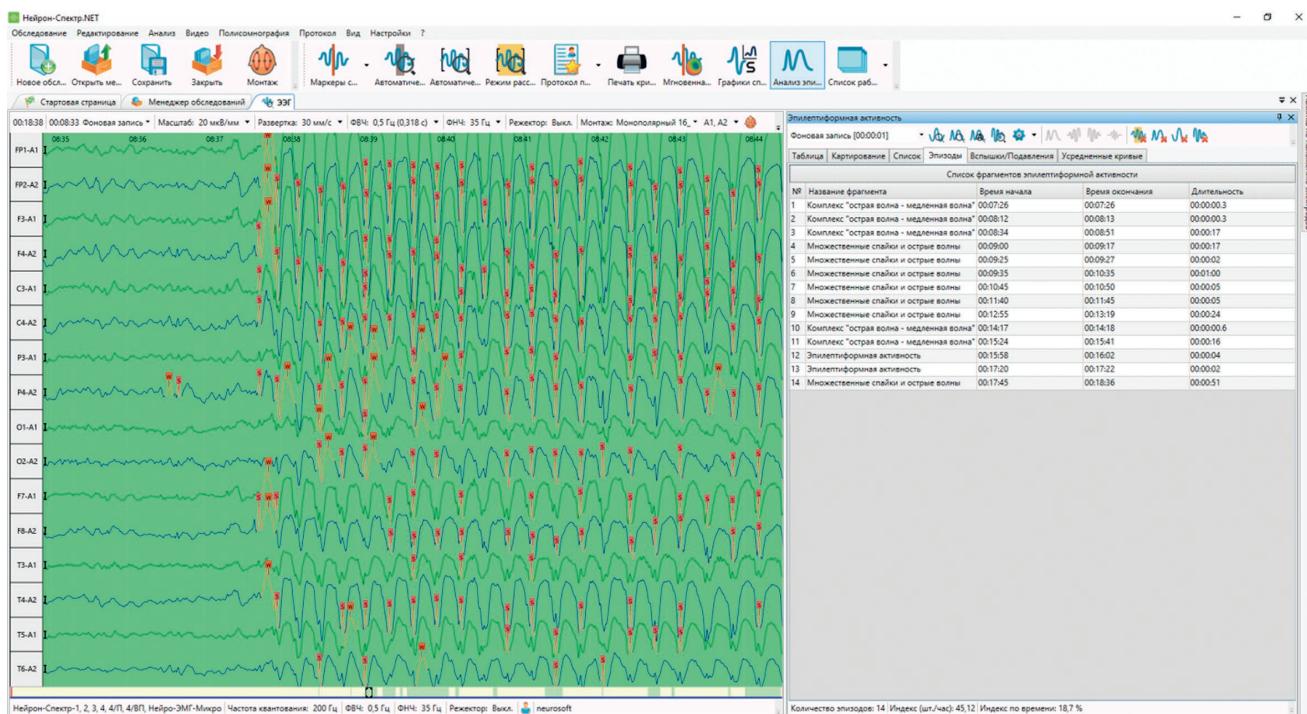


Рисунок 5. Пример расчета индекса эпилептиформных феноменов

Figure 5. A representative epileptiform activity index calculation

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Таким образом, в статье рассмотрено несколько вариантов расчета ИЭА и показано, что при разных способах расчета результаты могут отличаться, а также продемонстрировано, что термин «индекс эпилептиформной активности» сам по себе не является однозначным и может

интерпретироваться по-разному. Однако при должном пояснении и понимании способа расчета данного параметра он может успешно применяться для количественной оценки тяжести текущего состояния пациента и проведения сравнения его состояний в динамике с целью анализа эффективности проводимого лечения – как амбулаторного, так и в стационаре, включая палаты интенсивной терапии.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	ARTICLE INFORMATION
Поступила: 19.08.2024	Received: 19.08.2024
В доработанном виде: 05.12.2024	Revision received: 05.12.2024
Принята к печати: 12.12.2024	Accepted: 12.12.2024
Опубликована: 30.12.2024	Published: 30.12.2024
Конфликт интересов	Conflict of interests
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов	The author declares no conflict of interests
Финансирование	Funding
Автор заявляет об отсутствии финансовой поддержки	The author declares no funding
Этические аспекты	Ethics declarations
Неприменимо	Not applicable
Комментарий издателя	Publisher's note
Содержащиеся в этой публикации утверждения, мнения и данные были созданы ее авторами, а не издательством ИРБИС (ООО «ИРБИС»). Издательство ИРБИС снимает с себя ответственность за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или препаратов, упомянутых в публикации	The statements, opinions, and data contained in this publication were generated by the authors and not by IRBIS Publishing (IRBIS LLC). IRBIS Publishing disclaims any responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred in the content
Права и полномочия	Rights and permissions
ООО «ИРБИС» обладает исключительными правами на эту статью по Договору с автором (авторами) или другим правообладателем (правообладателями). Использование этой статьи регулируется исключительно условиями этого Договора и действующим законодательством	IRBIS LLC holds exclusive rights to this paper under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s). Usage of this paper is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law

ЛИТЕРАТУРА

1. Карлов В.А., Айвазян С.О. Эпилепсия в терминах, визуальных и ЭЭГ паттернах. М.: Невромед-Клиника; 2020: 71 с.
2. Дарбинян В.Ж. Эпилепсия и пароксизмальные состояния: клиника, диагностика, лечение. М.: МЕДпресс-информ; 2016: 258 с.
3. Зенков Л.Р. Клиническая энцефалография (с элементами эпилептологии). 8-е изд. М.: МЕДпресс-информ; 2017: 360 с.
4. Зенков Л.Р. Непароксизмальные эпилептические расстройства. 4-е изд. М.: МЕДпресс-информ; 2020: 280 с.
5. Александров М.В. (ред.) Электроэнцефалография. СПб.: СпецЛит; 2020: 224 с.
6. Иванов А.А. Описание технических характеристик ЭЭГ-оборудования и их сравнение для доступных в России электроэнцефалографов. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2023; 15 (4): 384–392. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.170>.
7. Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской Противоэпилептической Лиги по проведению рутинной ЭЭГ. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2016; 8 (4): 99–108.
8. Мухин К.Ю., Миронов М.Б. Клинико-электроэнцефалографические характеристики и лечение эпилептических синдромов, ассоциированных с тоническими приступами. *Русский журнал детской неврологии*. 2014; 9 (3): 13–22.
9. Бобылова М.Ю., Некрасова И.В., Ильина Е.С., Кваскова Н.В. Миоклонус у детей: дефиниции и классификации, дифференциальный диагноз, принципы терапии (лекция). *Русский журнал детской неврологии*. 2014; 9 (2): 32–41.
10. Блинов Д.В. Эпилептические синдромы: определение и классификация Международной Противоэпилептической Лиги 2022 года. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2022; 14 (2): 101–82. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2022.123>.
11. Иванов А.А. Обзор возможностей современного программного обеспечения для регистрации и анализа ЭЭГ. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2023; 15 (1): 53–69. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.144>.
12. Иванов А.А. Обзор методов математического анализа ЭЭГ. Количественная ЭЭГ. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2023; 15 (2): 171–92. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.154>.
13. Кулайчев А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика. 4-е изд. М.: Форум; 2007: 639 с.
14. Иванов А.А. Устройство современного электроэнцефалографа. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2022; 14 (4): 362–78. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2022.138>.
15. Миронов М.Б., Абрамов М.О., Кондратенко В.В. и др. Применение искусственного интеллекта в диагностике абсанской эпилепсии с одновременным тестированием уровня сознания пациента в период икタルного события. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2024; 16 (1): 8–17. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2024.178>.
16. Синкин М.В., Баранова Е.А. (ред.) Электроэнцефалография у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии. *Методология описания и клинические примеры*. М.: Атмосфера; 2022: 88 с.

REFERENCES

1. Karlov V.A., Ayvazyan S.O. Epilepsy in terms, visual and EEG patterns. Moscow: Nevromed-Klinika; 2020: 71 pp. (in Russ.).
2. Darbinyan V.Zh. Epilepsy and paroxysmal conditions: clinic, diagnosis, treatment. Moscow: MEDpress-inform; 2016: 258 pp. (in Russ.).
3. Zenkov L.R. Clinical encephalography (with elements of epileptology). 8th ed. Moscow: MEDpress-inform; 2017: 360 pp. (in Russ.).
4. Zenkov L.R. Nonparoxysmal epileptic disorders. 4th ed. Moscow: MEDpress-inform; 2020: 280 pp. (in Russ.).
5. Aleksandrov M.V. (Ed.) Electroencephalography. Saint Petersburg: SpetsLit; 2020: 224 pp. (in Russ.).
6. Ivanov A.A. Description of technical characteristics for EEG equipment and their comparison for electroencephalographs available in Russia. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoanija / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2023; 15 (4): 384–392 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.203.170>.
7. Guidelines for carrying out of routine EEG of Neurophysiology Expert Board of Russian League Against Epilepsy. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoanija / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2016; 8 (4): 99–108 (in Russ.).
8. Mukhin K.Yu., Mironov M.B. The clinical and electroencephalographic characteristics and treatment of epileptic syndromes associated with tonic seizures. *Russian Journal of Child Neurology*. 2014; 9 (3): 13–22 (in Russ.).
9. Bobyllova M.Yu., Nekrasova I.V., Ilyina Ye.S., Kvaskova N.V. Myoclonus in children: definitions and classifications, differential diagnosis, approaches to therapy (a lecture). *Russian Journal of Child Neurology*. 2014; 9 (2): 32–41 (in Russ.).
10. Blinov D.V. Epilepsy syndromes: the 2022 ILAE definition and classification. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoanija / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2022; 14 (2): 101–82 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2022.123>.
11. Ivanov A.A. Overview of current software capabilities for EEG recording and analyzing. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoanija / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2023; 15 (1): 53–69 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.144>.
12. Ivanov A.A. Overview of mathematical EEG analysis. Quantitative EEG. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoanija / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2023; 15 (2): 171–92 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.154>.
13. Kulaichev A.P. Computer electrophysiology and functional diagnostics. 4th ed. Moscow: Forum; 2007: 639 pp. (in Russ.).
14. Ivanov A.A. The structure of modern EEG recorder. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoanija / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2022; 14 (4): 362–78 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2022.138>.
15. Mironov M.B., Abramov M.O., Kondratenko V.V., et al. Artificial intelligence applied for the diagnosis of absence epilepsy with simultaneously tested patient's consciousness level in ictal event. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoanija / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2024; 16 (1): 8–17 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2024.178>.
16. Sinkin M.V., Baranova E.A. (Eds.) Electroencephalography in patients of intensive care units. Methodology of description and clinical examples. Moscow: Atmosfera; 2022: 88 pp. (in Russ.).

Сведения об авторе / About the author

Иванов Алексей Алексеевич / Alexey A. Ivanov – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2605-6830>. E-mail: iva@neurosoft.com.