

# Оглавление

Список сокращений и условных обозначений.....	8
Предисловие к изданию на русском языке .....	9
Предисловие к изданию на английском языке .....	10
Благодарность.....	12
<b>Глава 1.</b> Основы электроэнцефалографии .....	13
1.1. Номенклатура электродов, полярность и монтаж.....	13
1.2. Нормальная электроэнцефалография: бодрствование и сон .....	20
<b>Глава 2.</b> Практический подход к электроэнцефалографии при интенсивной терапии и ее классификация.....	46
2.1. Базовый подход.....	46
2.2. Классификация с использованием стандартизированных критериев Американского общества клинической нейрофизиологии терминологии электроэнцефалографии для интенсивной терапии: версия 2021 г.....	47
<b>Глава 3.</b> Энцефалопатия и кома .....	58
3.1. Неспецифические формы энцефалопатии .....	58
3.2. Классификация энцефалопатии .....	58
3.3. Данные о конкретных заболеваниях .....	60
3.4. Эффекты лекарств.....	61
<b>Глава 4.</b> Очаговые нарушения электроэнцефалографии.....	112
4.1. Очаговые нарушения электроэнцефалографии.....	112
4.2. Изменения электроэнцефалографии при ишемии .....	113
4.3. Эффект нарушения.....	114
<b>Глава 5.</b> Ритмические и периодические паттерны .....	140
5.1. Основной термин 1 (местоположение).....	140
5.2. Основной термин 2 (тип паттерна) .....	141
5.3. Основные и второстепенные модификаторы (включая плюсовые модификаторы).....	142
5.4. Стимул-индуцированные ритмические, периодические или иктальные разряды .....	143
5.5. Кратковременные потенциально иктальные ритмические разряды .....	143
<b>Глава 6.</b> Судороги, эпилептический статус и иктально-интериктальный континуум .....	221
6.1. Электрографические и электроклинические судороги.....	221
6.2. Эпилептический статус.....	221
6.3. Иктально-интериктальный континуум .....	223
6.4. Быстрая электроэнцефалография.....	223
<b>Глава 7.</b> Артефакты, которые могут имитировать судороги или другие физиологические закономерности .....	318
<b>Глава 8.</b> Паттерны после остановки кровообращения .....	369
8.1. Миоклонический эпилептический статус .....	369
8.2. Прогнозирование .....	369
<b>Глава 9.</b> Количественная электроэнцефалография: основы, выявление судорог и избегание ошибок.....	415
<b>Глава 10.</b> Количественная электроэнцефалография: специальные приложения и мультимодальный мониторинг .....	501
10.1. Выявление отсроченной ишемии .....	501
10.2. Количественные пороговые значения и сигналы тревоги .....	501
10.3. Мультимодальный мониторинг, включая внутричерепную электроэнцефалографию.....	502
<b>А.</b> Стандартизированная терминология электроэнцефалографии Американского общества клинической нейрофизиологии для интенсивной терапии, 2021 г. (сокращенная версия) .....	546
А. Фоновая электроэнцефалография .....	546
Б. Спорадические эпилептиформные разряды .....	547
В. Ритмические или периодические паттерны .....	547
Г. Электрографические и электроклинические судороги.....	549
Д. Кратковременные потенциально иктальные ритмические разряды .....	550
Е. Иктально-интериктальный континуум .....	550
Предметный указатель .....	551

# Предисловие к изданию на русском языке

Уважаемый читатель, у вас в руках уникальное издание: «Атлас ЭЭГ при критических состояниях. Практическое руководство Л.Дж. Хирша и Р.П. Бреннера». Второе издание атласа является результатом обобщения многолетнего опыта работы международного коллектива выдающихся неврологов и нейрофизиологов, посвященного изучению электроэнцефалографии у пациентов, находящихся в отделении реанимации и интенсивной терапии.

Электроэнцефалография уже давно стала важным элементом специализированного нейромониторинга широкого круга пациентов с поражениями нервной системы различного генеза. Крайне важно, что возможности данного метода шагнули далеко за границы диагностики судорожных состояний и энцефалопатии. В условиях нейрореанимации продленный мониторинг биоэлектрической активности головного мозга в настоящее время применяется у пациентов с острой церебральной недостаточностью при острых нарушениях мозгового кровообращения, postanоксической энцефалопатии, инфекциях нервной системы и черепно-мозговой травме. Данный подход, в частности, позволяет проводить дифференциальную диагностику между комой и бессудорожным эпилептическим статусом. При этом очевидно, что данная методика является безальтернативной для данной группы пациентов, а в ряде случаев обеспечивает выход на крайне важное, а зачастую и жизненно необходимое изменение тактики ведения пациентов. Результаты мониторинга ЭЭГ позволяют аргументированно оценивать эффективность применения антиконвульсантов, а также на субклиническом уровне выявлять ранние признаки побочных эффектов препаратов, широко применяемых в анестезиологической практике. Особое значение имеют результаты мониторинга ЭЭГ у пациентов с рефрактерным эпилептическим статусом. Это состояние, как известно, ассоциируется с высоким риском развития летального исхода. Изменения электроэнцефалографической картины могут явиться ценными также для более ранней диагностики ишемических нарушений при субарахноидальном кровоизлиянии и травматических оболочечных и внутримозговых гематомах.

Мониторинг ЭЭГ в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии имеет ряд важнейших особенностей. Они связаны со специфической электрической загрязненностью в связи с работой реанимационного оборудования и наличием артефактов по причине тяжелого состояния пациентов. Умение провести анализ ЭЭГ в данных условиях позволяет уменьшить риски диагностических ошибок.

Атлас ЭЭГ при критических состояниях содержит богатейшую коллекцию электроэнцефалограмм, позволяющую оценить связь клинического состояния пациента с изменениями биоэлектрической активности головного мозга.

Данное издание может быть крайне полезным для широкого круга специалистов, занимающихся ведением данной категории пациентов. В первую очередь, это неврологи и анестезиологи-реаниматологи специализированных нейрореанимационных структур как сосудистых центров, так и центров, работающих с нейрохирургической группой пациентов. Особый интерес атлас представляет для специалистов в области функциональной диагностики и нейрофизиологов. Издание может явиться важным подспорьем для врачей-исследователей и преподавателей медицинских вузов.

Все участники переводного проекта получили большое удовольствие, работая с этим прекрасным изданием, расширяющим границы наших знаний о мониторируемых процессах в центральной нервной системе при критических состояниях.

**Ершов Вадим Иванович,**

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, директор Университетского Научно-клинического центра неврологии, нейрореаниматологии и нейрохирургии, председатель комитета по анестезиологии и реаниматологии в неврологии и нейрохирургии Федерации анестезиологов и реаниматологов России

# Предисловие к изданию на английском языке

Использование непрерывной электроэнцефалографии у пациентов в критическом состоянии заметно расширилось со времени выхода первого издания этого атласа чуть более 10 лет назад. Многоцентровые совместные исследования установили, что увеличение частоты приступов (включая бессудорожные припадки) является независимым предиктором худшего исхода у многих различных типов пациентов по целому ряду позиций, включая долгосрочный функциональный результат, когнитивный дефект и последующую эпилепсию. Эти усилия также показали, что даже выраженных эпилептиформных паттернов, которые не квалифицируются как припадки, иногда достаточно, чтобы вызвать прогрессирующее повреждение нейронов, особенно в условиях церебрального инсульта. У подавляющего большинства пациентов клинических данных, свидетельствующих о наличии эпилептических паттернов, недостаточно, таким образом, непрерывная электроэнцефалография играет решающую роль при ведении пациентов. Клинические центры отреагировали на это внедрением новых технологий и созданием узкоспециализированных отделений нейрореанимации, способных записывать электроэнцефалографию в любое время суток, выявлять судороги или потенциально опасные паттерны электроэнцефалографии и быстро передавать эту информацию лечащим врачам для принятия оптимальных решений. С тех пор непрерывная электроэнцефалография стала рутинной частью ведения тяжелых пациентов во многих учреждениях по всему миру. На настоящем этапе развития медицины неврологи и реаниматологи могут использовать рутинный мониторинг электроэнцефалографии, включая нейротелеметрию, так же как они используют рутинный мониторинг сердечно-сосудистой системы.

Атлас начинается с раздела, посвященного основам интерпретации электроэнцефалографии, предназначенного для людей с минимальным опытом работы с электроэнцефалографией (главы 1–2). За атласом следуют главы, посвященные специфическим и неспецифическим паттернам электроэнцефалографии, наблюдаемым при энцефалопатии и коме (глава 3); очаговым аномалиям (глава 4); ритмическим и периодическим паттернам, включая подробное объяснение недавнего стандартизированного руководства по терминологии электроэнцефалографии Американского общества клинической нейрофизиологии, которое было в большой степени обновлено в 2021 г. (глава 5); припадкам и эпилептическому статусу,

включая новые определения электрографических и электроклинических припадков/эпилептического статуса (глава 6), а также противоречивые закономерности, например в иктально-интериктальном континууме (теперь определенные); сбивающим с толку артефактам, в том числе тем, которые часто неправильно интерпретируются или имитируют судороги (глава 7); и закономерностям, которые обычно наблюдаются после остановки сердца (глава 8).

После приведенных выше разделов, посвященных необработанным паттернам электроэнцефалографии как с базовой, так и с расширенной точки зрения, представлен обширный цветной раздел, посвященный длительному непрерывному цифровому мониторингу электроэнцефалографии, включая количественные методы электроэнцефалографии, помогающие интерпретировать длительные записи (главы 9–10). Эти методы могут помочь в эффективном распознавании судорог, ишемии и других неврологических событий, а также визуализировать долгосрочные тенденции. В этой главе также приведены примеры мультимодального мониторинга мозга в условиях нейрореанимации.

В атласе результаты электроэнцефалографии выделены и подробно подписаны внутри самих записей. Каждая глава начинается с короткого раздела текста и списка наиболее важных ссылок, рекомендуемых к прочтению. В целом главы развиваются от самого базового материала в начале главы к более продвинутому. Также включено приложение, в котором обобщается терминология Американского общества клинической нейрофизиологии 2021 г. Существует и обширный указатель, который поможет читателю быстро найти то, что ему нужно.

## ***Кому следует использовать этот атлас?***

Этот атлас предназначен для всех медицинских работников, занимающихся реаниматологической медициной, включая всех врачей, научных сотрудников, ординаторов, технологов электроэнцефалографии и исследователей. Хотя книга может представлять особый интерес для специалистов в области неврологии, эпилепсии и клинической нейрофизиологии, она также подходит для врачей-реаниматологов, заинтересованных в поддержании активности мозга во время критических заболеваний любой этиологии. Атлас охватывает как базовые, так и продвинутые материалы.

**Что нового в этом издании?**

По мере увеличения количества и разнообразия пациентов, подвергающихся непрерывной электроэнцефалографии, наблюдались и определялись новые значимые закономерности. В результате в 2021 г. стандартизированная терминология электроэнцефалографии для интенсивной терапии Американского общества клинической нейрофизиологии претерпела серьезное обновление. Были установлены определения многих из этих паттернов, а при необходимости уточнены определения предыдущих паттернов. Этот атлас содержит реальные примеры всех терминов, как прошлых, так и новых, включенных в терминологию Американского общества клинической нейрофизиологии. Во всех главах есть обширные новые примеры электроэнцефалографии, а электроэнцефалография, которая уже была в предыдущей версии, теперь помечена терминологией 2021 г.

Помимо новых электрографических моделей, со времени предыдущего издания также появились новые заболевания и токсикологические состояния. Включены энцефалопатия, связанная с коронавирусной инфекцией 2019 г., энцефалопатии ингибиторов контрольных точек и специфические лекар-

ственные эффекты, связанные с применением кетамина. Новые технологии позволили проводить электроэнцефалографию с быстрым ответом, и обсуждаются примеры использования ограниченного монтажа в рамках очень быстрой электроэнцефалографии для сортировки пациентов.

Был представлен подход к решению непрерывной электроэнцефалографии, дополненный наглядными диаграммами, которые помогут читателю понять разницу между терминами. Количественная электроэнцефалография также значительно продвинулась вперед со времени последнего издания, и некоторые из этих инструментов представлены в главе о непрерывной электроэнцефалографии.

В связи с необходимостью расширения некоторых глав, особенно о количественной электроэнцефалографии, и для того чтобы сохранить разумный размер атласа, мы удалили главу о вызванных потенциалах.

**Лоуренс Дж. Хирш (Lawrence J. Hirsch), MD,  
Майкл В.К. Фонг (Michael W.K. Fong), MBBS,  
Ричард П. Бреннер (Richard P. Brenner), MD**

## Глава 2

# Практический подход к электроэнцефалографии при интенсивной терапии и ее классификация

Подход к интерпретации непрерывной ЭЭГ (количественной ЭЭГ — кЭЭГ) использует многие из тех же принципов, что и любая ЭЭГ. Основные различия заключаются в том, что, во-первых, основные особенности часто имеют большое прогностическое значение, во-вторых, распространенность ритмических и периодических паттернов (РПП) высока и особенности этих паттернов определяют вероятность последующих приступов, в-третьих, различие между иктальным и интериктальным гораздо менее четкое, и, в-четвертых, недавно определены сложные закономерности, которые встречаются только в отделениях интенсивной терапии и могут указывать на определенные состояния, быть тесно связаны с судорогами или сами по себе могут вызывать клинические признаки и/или связанные с ними повреждения нейронов, которые могут потребовать лечения. Эти важные различия обосновывают необходимость специальной терминологии и классификации ЭЭГ для интенсивной терапии.

## 2.1. Базовый подход

### *Клиническая информация*

Нейрофизиолог будет анализировать ЭЭГ-исследования, не знакомясь со всей клинической информацией. Однако в отделении интенсивной терапии имеются определенные клинические данные, которые радикально меняют интерпретацию результатов ЭЭГ. На практике часто полезно иметь некоторые знания о клинической картине и клинических вопросах, чтобы помочь извлечь наибольшее количество информации из ЭЭГ. На некоторые клинические вопросы лучше всего отвечать с помощью кЭЭГ, например при мониторинге отсроченной церебральной ишемии после субарахноидального кровоизлияния (САК), и эти факторы следует учитывать с самого начала регистрации.

Список клинической информации, которая может быть ценной:

- возраст;
- краткий анамнез, особенно первичный неврологический диагноз;
- схема приема седативных препаратов;
- терапевтический контроль температуры;
- результаты визуализации (в частности, дефекты черепа);
- клинические периоды и явления, представляющие интерес для клинических бригад.

### *Практический подход к интерпретации электроэнцефалографии*

Физикальное и, в частности, неврологическое обследование имеет довольно четкую структуру, которой одинаково обучают во всем мире. При первом обучении тому, как обследовать пациента, установленный порядок помогает врачам провести тщательную оценку, чтобы не пропустить важные клинические признаки. С течением времени и опытом определенные признаки чаще наблюдаются вместе, и один признак часто вызывает поиск подходящих ассоциаций (включая подходящие негативные ассоциации).

Интерпретация ЭЭГ использует аналогичные принципы. Когда вы начинаете читать ЭЭГ, наличие установленной структуры очень помогает не пропустить результаты. С опытом специалисты по ЭЭГ начинают оценивать результаты, которые часто сочетаются друг с другом, например очаговое аритмическое замедление и очаговые эпилептиформные разряды. Важнейшим компонентом, как только эти результаты будут документированы, является не заикливание на одном диагнозе, а скорее внимательное продолжение поиска результатов, которые указывают на дополнительный процесс, например независимую популяцию эпилептиформных разрядов в другой области или в противоположном полушарии.

Предлагаемый поэтапный подход к ЭЭГ.

1. *Описание наилучшего фона.* Описание фона бодрствования или наиболее бодрствующего (после стимуляции) обычно начинается с определения  $\alpha$ -ритма или ЗДР. Если присутствует ЗДР, в дополнение к наилучшей частоте бодрствования следует отдельно оценить реактивность и симметрию. Независимо от того, есть  $\alpha$ -ритм или нет, фон все равно несет в себе богатую информацию. Следует определить остальные компоненты фона, а затем присвоить тяжесть дисфункции в соответствии с валидированной шкалой энцефалопатии. Классификация энцефалопатии будет рассмотрена в главе 3 «Энцефалопатия и кома».
2. *Очаговые находки.* При ЭЭГ у пациентов с выраженной энцефалопатией можно легко пропустить очаговые находки, если не искать их специально. Очаговые результаты включают замедление и затухание. Они содержат ценные подсказки относительно того, где могут возникнуть эпилептиформные паттерны в оставшейся части записи. Как только будут оценены фокальные данные ЭЭГ, может быть полезно интегрировать расположение и степень имеющихся нарушений визуализации. Очаговое нерегулярное (синоним аритмического или полиморфного) замедление, соответствующее опухоли головного мозга, неудивительно. Фокальное нерегулярное замедление, возникающее на фоне нормальной нейровизуализации, повышает вероятность возникновения чисто электрических проблем, таких как эпилепсия, а постепенное разрешение очагового замедления указывает на постиктальное состояние; эти результаты должны усилить подозрения у специалиста по ЭЭГ, что у пациента также могут быть эпилептиформные паттерны. Разнообразные очаговые изменения можно найти в главе 4 «Очаговые нарушения электроэнцефалографии».
3. *Эпилептиформные данные.* Оставшуюся часть ЭЭГ затем интерпретируют как эпилептиформные нарушения. К ним относятся спорадические разряды (SD, то есть острые волны или спайки), РПП и краткие потенциально иктальные ритмические разряды (КПИРР). Как только обнаружено очаговое полиморфное/нерегулярное замедление, эту область следует выделить как область, где могут возникнуть эти закономерности. Например, латерализованную ритмическую  $\delta$ -активность (ЛРДА) можно пропустить в контексте полиморфного замедления средней амплитуды в той же области. Однако это открытие имеет другую связь с судорогами, поскольку ритмическая дельта (если она не генерализована) связана с судорогами, тогда как аритмия (полиморфная/нерегулярная) — нет. Эти результаты обсуждаются в главе 5 «Ритмические и периодические паттерны».

4. *Приступы, эпилептический статус (ЭС) и иктально-интериктальный континуум (ИИК).* Интерпретация ЭЭГ часто является последовательной. Чувствительность ЭЭГ при обнаружении судорог может быть повышена, если принять во внимание всю собранную к настоящему моменту информацию. Незначительную эволюцию паттернов часто легче обнаружить, если активно искать находку в области уже установленной кортикальной гипервозбудимости. Эти темы/модели обсуждаются в главе 6 «Судороги, эпилептический статус и иктально-интериктальный континуум».
5. *Долгосрочные тенденции.* Уникальной особенностью долгосрочной или кЭЭГ в отделениях интенсивной терапии является то, что функция мозга (то есть его неврологическое состояние) часто меняется со временем (а иногда меняется и структура) в течение одного сеанса записи пациентов. Это дает специалистам по ЭЭГ возможность учитывать дополнительный компонент ЭЭГ: изменения с течением времени и, в частности, изменения после вмешательств. Реальная сила долгосрочной ЭЭГ заключается в оценке улучшения или ухудшения паттернов и фоновых данных. Это может дать врачам некоторое представление о траектории движения пациента, когда клиническое обследование ненадежно или когда пациент спит. Можно проследить за эффектами титрования лекарств как при приеме препарата, так и при его отмене. В связи с этим важно знать, когда во время записи ЭЭГ вводятся те или иные лекарства. Только с помощью этой информации можно будет передать ответы клиническим бригадам. Многие долгосрочные тенденции лучше всего оценивать с помощью кЭЭГ, и это будет рассмотрено в последующих главах, особенно в главе 9 «Количественная электроэнцефалография: основы, выявление судорог и избежание» и главе 10 «Количественная электроэнцефалография: специальные приложения и мультимодальный мониторинг».

## 2.2. Классификация с использованием стандартизированных критериев Американского общества клинической нейрофизиологии терминологии электроэнцефалографии для интенсивной терапии: версия 2021 г.

Тщательная классификация результатов ЭЭГ в отделениях интенсивной терапии объективным и количественным образом имеет три основных преимущества.

- Позволяет объективно сравнивать ЭЭГ любого пациента в течение нескольких дней или недель, в том числе несколько ЭЭГ. Например, изменение непрерывности фона ЭЭГ с прерывистого на почти непрерывное или уменьшение распространенности периодических разрядов (ПР) с обильных на частые могут быть ценными и означать медленное улучшение; однако без четких стандартов классификации и это может просто означать, что исследование интерпретировал другой человек.
- Позволяет сравнивать данные пациентов, что помогает клиницистам создать базу опыта, особенно редких паттернов, определить их клинические ассоциации и помочь оценить закономерности, которые могут служить основанием для рассмотрения лечения, даже если они не квалифицируются как электрографические припадки.
- Позволяет проводить многоцентровые исследования клинических состояний и электрографических моделей. Одним из основных ограничений подобных исследований в прошлом и преподавания ЭЭГ в целом является неоднородность в использовании терминов. Надежная классификация сводит к минимуму неоднородность и, следовательно, вероятность ошибки типа II, когда значение конкретной закономерности теряется, если она включена в менее строгую (более инклюзивную) группу.

ACNS в 2013 г. опубликовало руководство, в котором классифицировало в основном РПП, а также включило некоторые стандарты для отчетности по фоновой ЭЭГ. В январе 2021 г. было выпущено обновленное второе издание настоящего руководства. Обновленное руководство является гораздо более полным, в него включены обновленные ранее определенные термины и описание многих новых терминов, появившихся после 2013 г. Содержание терминологии претерпело многочисленные пересмотры и проверки. Здесь воспроизведена «справочная диаграмма» из публикации 2021 г. (рис. 2.1), а также воспроизведены многие диаграммы, изображающие критические концепции, чтобы обеспечить понимание при чтении оставшейся части этого атласа. Все паттерны в этой книге описаны и классифицированы в соответствии с терминологией 2021 г. Обновленная терминология теперь соответствует более классическому подходу к описанию и классификации всех компонентов кЭЭГ. Этот подход структурирован аналогично подходу, изложенному выше (раздел 2.1). Вначале описываются основные особенности, затем добавляются особенности РПП, а затем судороги. Каждый термин или дескриптор был тщательно определен в обновленной терминологии как средство формирования прочной основы для интерпретации и отчетности кЭЭГ, а также для облегчения многоцентровых исследований.

Следует выразить благодарность **д-ру Маркусу Лейтингеру (Dr. Markus Leitinger MD)**, доктору медицинских наук Христианского доплеровского медицинского центра Медицинского университета Парацельса, Зальцбург, Австрия, за разработку большинства схематических диаграмм, демонстрирующих ключевые особенности ACNS-терминологии ЭЭГ при интенсивной терапии.

Полная терминология и сопутствующие полезные инструменты (справочная таблица, сокращенная версия, примеры ЭЭГ, учебный модуль, доступ к онлайн-сертификационному тесту) доступны на сайте [www.acns.org](http://www.acns.org) и опубликованы в «Журнале клинической нейрофизиологии», официальном журнале ACNS.

### Список рисунков

Рис. 2.1. Стандартизированная ACNS терминология ЭЭГ для интенсивной терапии: версия 2021 г. (справочная таблица).

Рис. 2.2. Симметрия и асимметрия.

Рис. 2.3. Непрерывность.

Рис. 2.4. Высокоэпилептиформные вспышки (ВЭВ).

Рис. 2.5. Идентичные пики.

Рис. 2.6. Изменения состояния и циклическая альтернирующая картина энцефалопатии.

### Список рекомендованной литературы

1. Gaspard N, Hirsch LJ, LaRoche SM, Hahn CD, Westover MB, for the CCEMRC. Inter-rater agreement for Critical Care EEG Terminology. *Epilepsia*. 2014;55(9):1366–1373.
2. Hirsch LJ, LaRoche SM, Gaspard N et al. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2012 version. *J Clin Neurophysiol*. 2013;30(1):1–27.
3. \*Hirsch LJ, Fong MWK, Leitinger M et al. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2021 Version. *J Clin Neurophysiol*. 2021;38(1):1–29.
4. Hofmeijer J, Tjepkema-Cloostermans MC, van Putten MJ. Burst-suppression with identical bursts: a distinct EEG pattern with poor outcome in postanoxic coma. *Clin Neurophysiol*. 2014;125(5):947–954.
5. \*Kane N, Acharya J, Benicky S et al. A revised glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers and updated proposal for the report format of the EEG findings. Revision 2017. *Clin Neurophysiol Pract*. 2017;2:170–185.
6. Lee JW, LaRoche S, Choi H et al. Development and feasibility testing of a critical care EEG monitoring database for standardized clinical reporting and multicenter collaborative research. *J Clin Neurophysiol*. 2016;33(2):133–140.
7. Rodriguez Ruiz A, Vlachs J, Lee JW et al. Association of periodic and rhythmic electroencephalographic patterns with seizures in critically ill patients. *JAMA Neurol*. 2017;74(2):181–188.
8. Thompson SA, Hantus S. Highly epileptiform bursts are associated with seizure recurrence. *J Clin Neurophysiol*. 2016;33(1):66–71.

\* Ссылка, определяющая термины, используемые в этом атласе.

А. Фоновая ЭЭГ									
Симметрия	Фоновая частота ЭЭГ	PDR/ЗДР	Непрерывность	Реактивность	Изменения состояния	Циклическая переменная картина энцефалопатии (CAPE)	Напряжение	АР Градиент	Эффект нарушения (=нарушение ритма)
Симметричная	Бета	Присутствует Укажите частоту	<b>Непрерывная:</b> <1% периодов подавления (<10 мкВ) или <b>затухания</b> (≥10 мкВ, но <50% фонового напряжения)	Реактивный	Присутствует при нормальных переходных процессах сна стадии N2	Присутствует	<b>Высокая</b> ≥150 мкВ	Присутствует	Присутствует
<b>Легкая асимметрия</b> <50% напряжения или частоты 0,5–1 Гц	Альфа	Отсутствует		Нереактивный	Присутствует, но с аномальными переходными процессами сна стадии N2	Отсутствует	<b>В норме</b> от ≥20 до <150 мкВ	Отсутствует	Отсутствует
	<b>Выраженная асимметрия</b> ≥50% напряжения ИЛИ >1 Гц частоты	Тета	Непонятно	Только СИРПИР	Присутствует, но без транзиторных нарушений сна стадии N2	Неизвестно/неясно	<b>Низкий</b> от 10 до <20 мкВ	Регрессирует	Непонятно
	Дельта		<b>Прерывистая:</b> 10–49% периодов подавления или затухания	Непонятно	Отсутствует		<b>Подавлено</b> <10 мкВ		
			<b>Подавление пика или затухание пика:</b> 50–99% периодов подавления или ослабления	Неизвестно					
			<b>Подавление:</b> >99% периодов подавления или ослабления						

Локализация пиков (G/L/VI/II/Mf)	Если подавление всплесков или ослабление всплесков, укажите, если: ←
Выраженные эпилептиформные всплески (присутствуют или отсутствуют)	
Идентичные пики (присутствуют или отсутствуют)	

А

**РИС. 2.1.** Стандартизированная ACNS терминология ЭЭГ для интенсивной терапии: версия 2021 г. (справочная таблица). Справочная таблица была воспроизведена из руководства ACNS по классификации результатов длительной ЭЭГ, выполненной в условиях интенсивной терапии. Сначала описываются различные компоненты фоновой ЭЭГ, затем РПП и другие высокоэпилептические паттерны (то есть те, которые связаны с высоким риском приступов), включая сами припадки, КПИРР и паттерны ИИК. Каждый РПП должен описываться путем объединения одного из основного термина 1 (местоположение) и основного термина 2 (тип схемы). Кроме того, основные модификаторы (включая модификаторы Plus) к РПП должны

быть задокументированы для каждого шаблона (при этом второстепенные модификаторы являются необязательными, но полезными). Затем следует зарегистрировать наличие припадков [включая тип: электрографические судороги (припадки) (ЭГС) и/или электроклинические судороги (ЭКС)] и ЭС [эпилептический электрографический статус (ЭЭС) и/или электроклинический эпилептический статус (ЭКЭС)], и/или если есть КПИРР или закономерности, которые не являются судорогами, а попадают на ИИК. Воспроизведено по материалам: Hirsch LJ, Fong MWK, Leitinger M et al. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2021 Version. J Clin Neurophysiol. 2021;38(1):1–29, с разрешения

В. Спорадические эпилептиформные разряды	С. Ритмические и периодические паттерны (РПП)	
Распространенность	Основной период 1	Основной период 2
<p><b>Многочисленные</b> ≥1/10 с</p>	<p><b>G</b> <i>Генерализованный</i> • <i>Необязательно: укажите преобладание фронтальной, затылочной или средней линии; или генерализованной, если не указано иное</i></p>	<p><b>PD</b> <i>Периодические разряды</i></p>
<p><b>Частые</b> ≥1/мин, но &lt;1/10 с</p>	<p><b>L</b> <i>Латерализованный</i> • <i>Необязательно: укажите односторонний, двусторонний асимметричный или двусторонний асинхронный режим.</i> • <i>Необязательно: укажите наиболее задействованную долю или полушарие</i></p>	<p><b>RDA</b> <i>Ритмическая дельта-активность</i></p>
<p><b>Эпизодические</b> ≥1/ч, но &lt;1/мин</p>	<p><b>BI</b> <i>Двусторонний независимый</i> • <i>Необязательно: укажите симметричный или асимметричный.</i> • <i>Необязательно: укажите наиболее задействованную долю или полушарие</i></p>	<p><b>SW</b> <i>Спайк и волна</i> <i>ИЛИ</i> <i>Полиспайк и волна</i> <i>ИЛИ</i> <i>Резкий спад и волна</i></p>
<p><b>Редкие</b> &lt;1/ч</p>	<p><b>UI</b> <i>Односторонний независимый</i> • <i>Необязательно: укажите односторонний, двусторонний асимметричный или двусторонний асинхронный режим для каждого паттерна.</i> • <i>Необязательно: укажите наиболее задействованные доли</i></p>	
	<p><b>Mf</b> <i>Мультифокальный</i> • <i>Необязательно: укажите симметричный или асимметричный.</i> • <i>Необязательно: укажите наиболее задействованную долю или полушарие</i></p>	

Б

РИС. 2.1. Продолжение.

Основные модификаторы									Незначительные модификаторы			
Распространенность	Продолжительность	Частота	Фазы <sup>1</sup>	Острота <sup>2</sup>	Напряжение (абсолютное)	Напряжение (относительное) <sup>3</sup>	Стимул индуцирован или стимул прекращен	Эволюция <sup>4</sup>	Начало	Трехфазные <sup>5</sup>	Лаг	Полярность <sup>2</sup>
Непрерывный ≥90%	Очень долго ≥1 h	4 Гц	>3	Заостренный <70 мс	Высокое ≥150 мкВ	>2	SI Стимул-индуцированный	Развивающаяся	Внезапное ≤3 с	Да	А-Р Передний-задний	Отрицательная
		3,5 Гц	3									
Обильные 50–89%	Длинная 10–59 мин	3 Гц	2	Резкий 70–200 мс	Среднее 50–149 мкВ	≤2	ST Стимул-прекращенный	Колеблущаяся	Постепенное >3 с	Нет	Р-А Задний-передний	Положительная
		2,5 Гц										
Частые 10–49%	Промежуточная продолжительность 1–9,9 мин	2 Гц	1	Четкий контур >200 мс	Низкое 20–49 мкВ		Только спонтанно	Статическая			Нет	Диполь
		1,5 Гц										
Иногда 1–9%	Кратковременное 10–59 с	1 Гц		Тупой >200 мс	Очень низкое <20 мкВ		Неизвестно					Непонятно
Редкий <1%		0,5 Гц										
		Очень короткий <10 с	<0,5 Гц									

Плюс (+) модификаторы	
No +	
+F	Наложенная быстрая активность — применяется только к PD/PP или RDA
EDB/ЭДЦ	(Extreme Delta Brush/экстремальная дельта-щетка): особый подтип +F
+R	Наложенная ритмическая активность — применима только к БП
+S	Наложенные острые волны, или шипы/спайки, или резкие контуры — применимо только к RDA
+FR	Если применимы оба подтипа — применяется только к ПД
+FS	Если применимы оба подтипа — применяется только к RDA

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Фазы: применяется только к PD и SW, включая медленную волну комплекса SW

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Резкость и полярность: применяется только к преобладающей фазе частичного разряда и пиковому или острому компоненту SW

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Относительное напряжение: применимо только к PD

ПРИМЕЧАНИЕ 4: Эволюция: относится к частоте, местоположению или морфологии

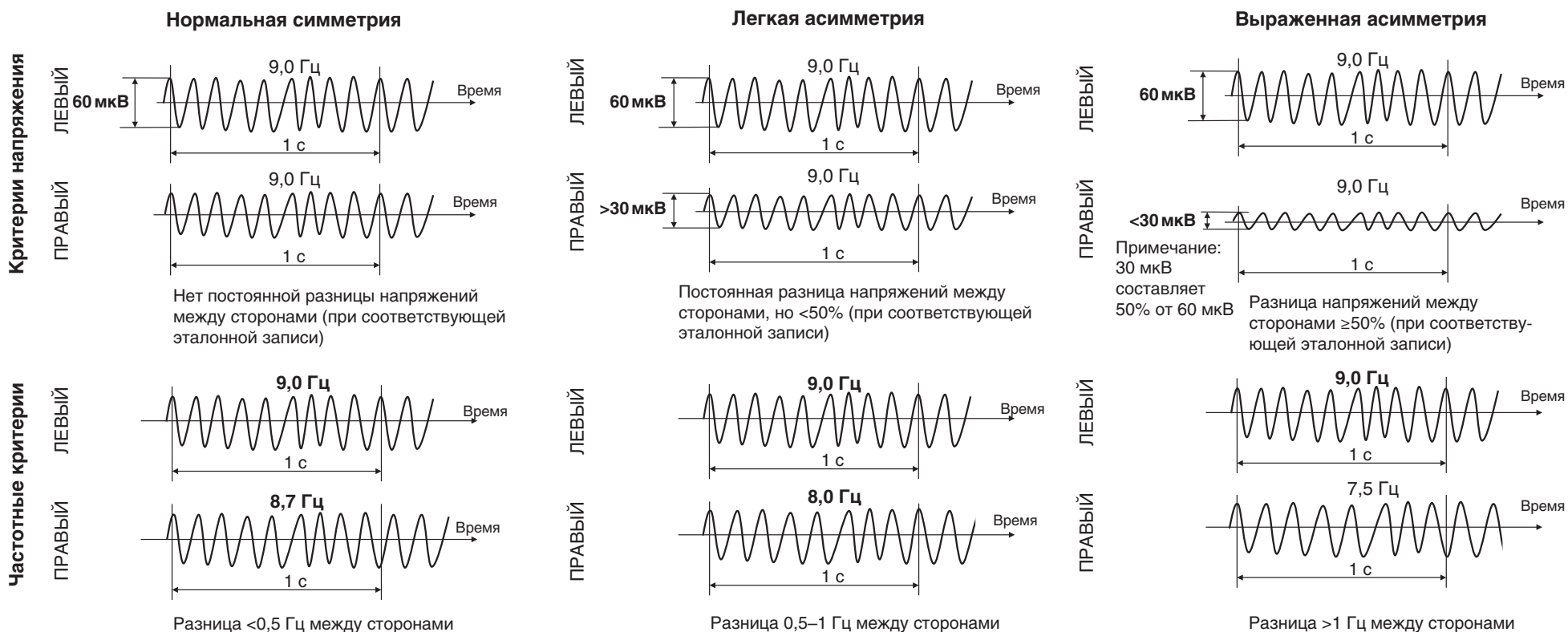
ПРИМЕЧАНИЕ 5. Трехфазный режим: применяется только к PD или SW

В

РИС. 2.1. Продолжение.

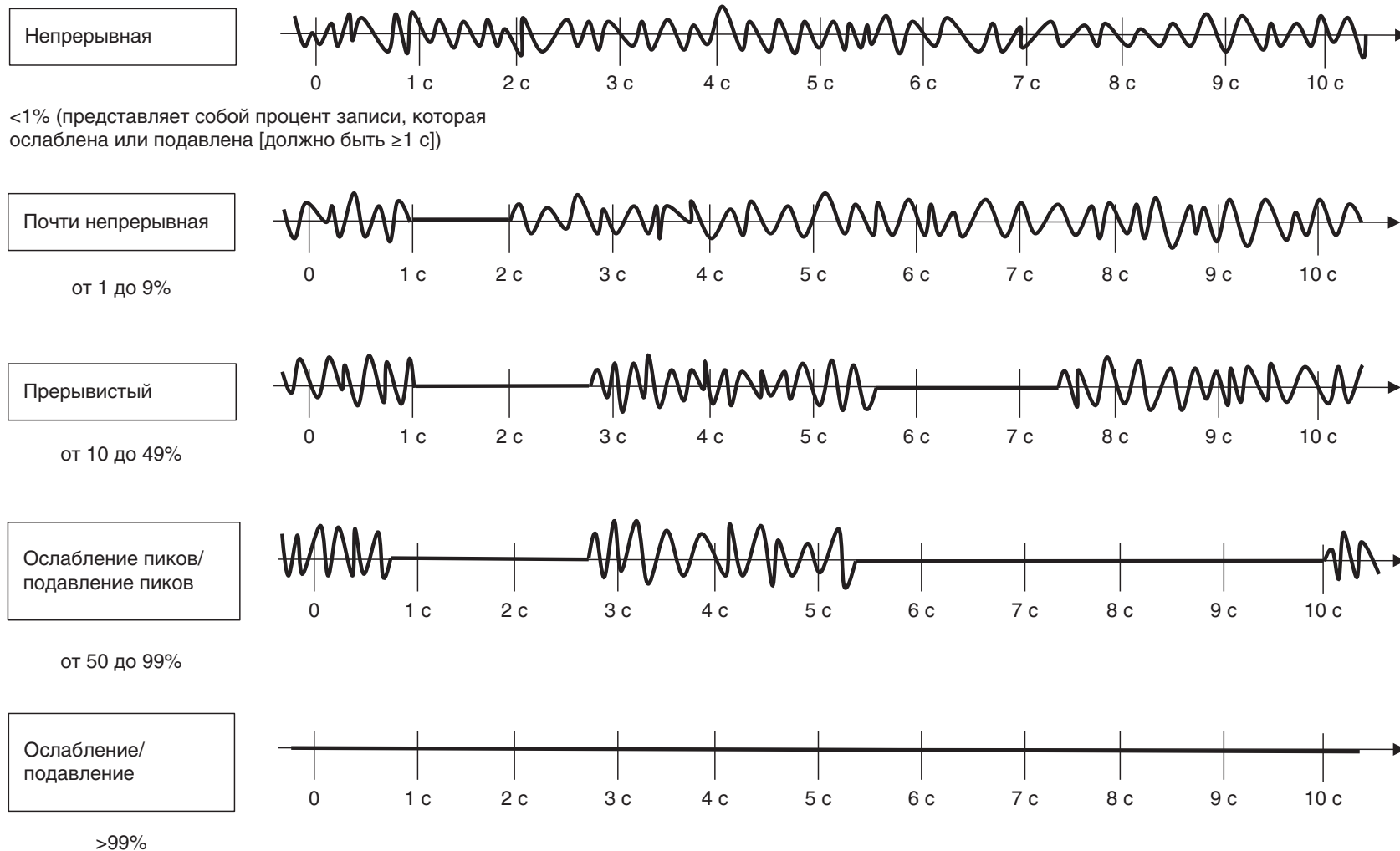
<b>D. Электрографические и электроклинические приступы</b>	
<b>Электрографическая судорога (ESz/ЭГС)</b>	<b>Электроклиническая судорога (ECSz/ЭКС)</b>
<p><i>Любой:</i>            А) эпилептиформные разряды средней частотой &gt;2,5 Гц в течение <math>\geq 10</math> с (&gt;25 разрядов за 10 с),            ИЛИ            В) любой паттерн с определенной эволюцией и продолжительностью <math>\geq 10</math> с</p>	<p><i>Любой паттерн ЭЭГ с:</i>            а) определенный клинический коррелят, привязанный к паттерну (любой продолжительности), ИЛИ            б) ЭЭГ и клиническое улучшение при парентеральном (обычно внутривенном) противосудорожном лечении</p>
<b>Электрографический эпилептический статус (ESE/ЭЭС)</b>	<b>Электроклинический эпилептический статус (ECSE/ЭКЭС)</b>
<p><i>Электрографическая судорога при:</i>            А) <math>\geq 10</math> мин непрерывно, ИЛИ            В) общая продолжительность <math>\geq 20\%</math> любого 60-минутного периода записи</p>	<p><i>Электроклинический припадок в течение либо:</i>            а) <math>\geq 10</math> мин непрерывно, ИЛИ            б) общая продолжительность <math>\geq 20\%</math> любого 60-минутного периода записи, ИЛИ            в) <math>\geq 5</math> мин непрерывно, если припадок судорожный (то есть с двусторонней тонико-клонической двигательной активностью).            Возможный ECSE/ЭКЭС: RPP, соответствующий требованиям IIC (ниже), который присутствует в течение непрерывных <math>\geq 10</math> мин или в течение общей продолжительности <math>\geq 20\%</math> любого 60-минутного периода записи, что показывает улучшение ЭЭГ при парентеральном противосудорожном препарате, НО без клинического улучшения</p>
<b>E. Кратковременные потенциально иктальные ритмические разряды (КИРР)</b>	<b>F. Иктально-интериктальный континуум (IIC/ИИК)</b>
<p>Фокальная (включая L, VI, UI или Mf) или генерализованная ритмическая активность &gt;4 Гц (не менее 6 волн с постоянной частотой) продолжительностью от <math>\geq 0,5</math> до &lt;10 с, не соответствующая известному нормальному паттерну или доброкачественному варианту, не являющаяся частью подавления или ослабления пика без определенной клинической корреляции и имеющая хотя бы один из пунктов А, В или С, указанных ниже:</p> <p><b>Определенные КИРР</b> имеют следующие особенности:            А. Эволюция («эволюционирующие КИРР») ИЛИ            В. Морфология и локализация аналогичны интериктальным эпилептиформным разрядам или судорогам у того же пациента</p> <p><b>Возможные КИРР:</b>            С. Резкий контур, но без ЭГС</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Любой паттерн PD или SW со средним значением &gt;1,0 Гц, но <math>\leq 2,5</math> Гц в течение 10 с (&gt;10, но <math>\leq 25</math> разрядов за 10 с); ИЛИ</li> <li>Любой характер PD или SW, который составляет в среднем <math>\geq 0,5</math> Гц и <math>\leq 1</math> Гц за 10 с (<math>\geq 5</math> и <math>\leq 10</math> разрядов за 10 с) и имеет плюсовой модификатор или колебание; ИЛИ</li> <li>Любой латерализованный RDA в среднем &gt;1 Гц в течение не менее 10 с (не менее 10 волн за 10 с) с плюсовым модификатором или колебанием; И</li> <li>Не соответствует критериям ESz/ЭГС или ESE</li> </ol>

Г



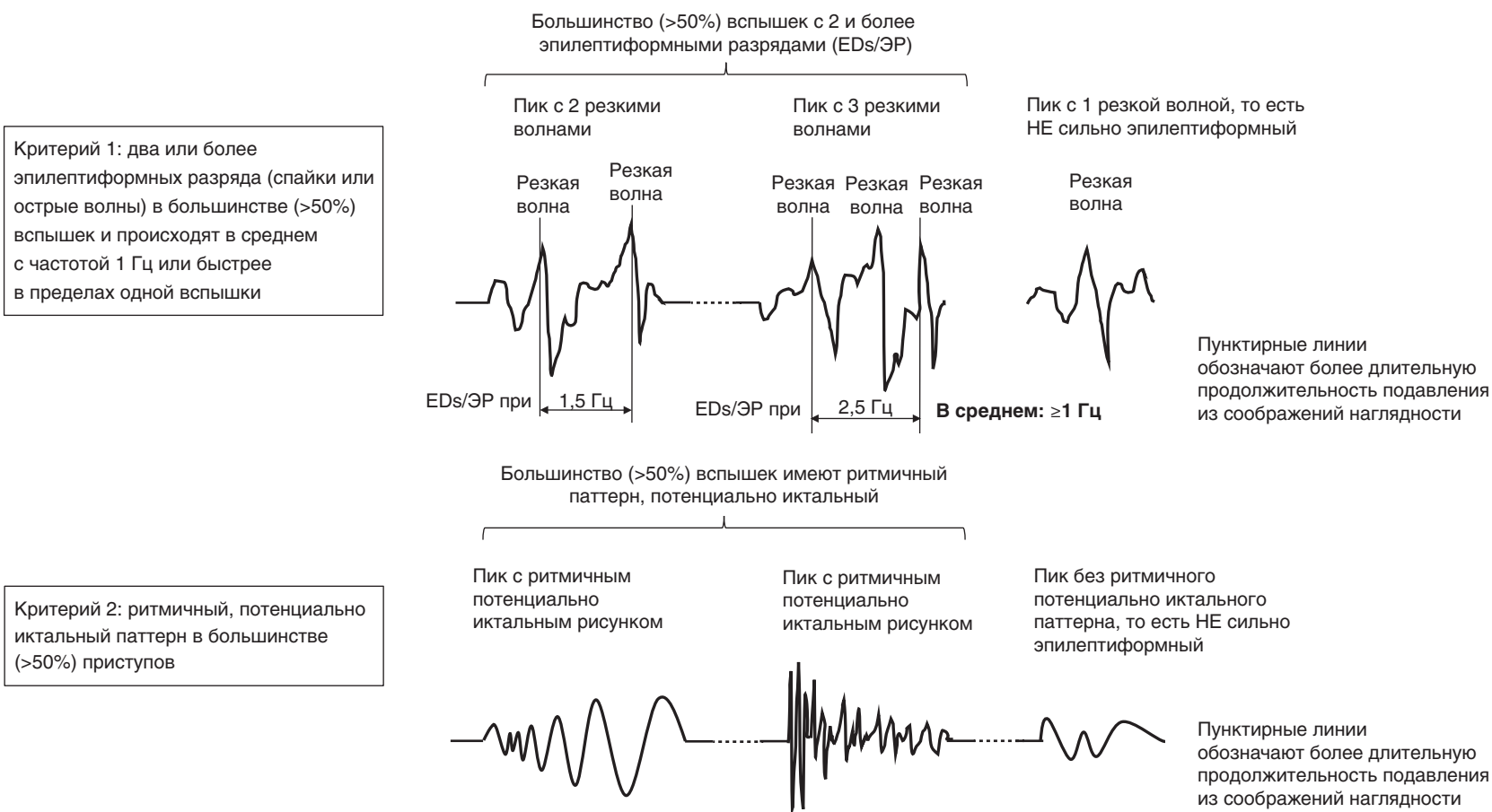
**РИС. 2.2.** Симметрия против асимметрии. Фоновая ЭЭГ считается асимметричной, если между полушариями существует постоянная разница напряжения или постоянная ( $\geq 0,5$  Гц) разница частот. Согласованность определяется как наличие  $\geq 80\%$  записи. Симметрия применима ко всем фоновым видам деятельности (а не только к заднему доминантному ритму). Постоянная разница напряжений  $\geq 50\%$  квалифицируется как серьезная асимметрия; любая видимая и устойчивая асимметрия меньше этого значения квалифицируется как легкая асимметрия. Устойчивое полиморфное замедление в одном полушарии классифицируется как асимметричный фон; при непостоянстве ( $< 80\%$  записи) его считают симметричным фоном, но с прерывистым очаговым замедлением. Например,

$\alpha$ -активность 7–8 Гц в левом полушарии и  $\delta$ -активность 2–3 Гц справа на протяжении всей записи классифицируется как выраженная асимметрия частоты с постоянным замедлением справа. Если запись была симметричной для  $> 20\%$  записи и демонстрировала эту асимметрию для остальной части, это будет считаться прерывистым замедлением справа, а фон считается симметричным. Прерывистое замедление затем классифицируется на обильное, частое, случайное и т.д., как и в случае любого другого паттерна. Воспроизведено по материалам: Hirsch LJ, Fong MWK, Leitinger M et al. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2021 Version. J Clin Neurophysiol, с разрешения



**РИС. 2.3.** Непрерывность. Непрерывность относится к проценту/доли записи, которая ослаблена или подавлена (точный процент называется процентом подавления/затухания). Например, если на каждые 10 с записи 2 с были ослаблены (ослабление определяется как активность  $\geq 10$  мкВ, но  $<50\%$  фона более высокого напряжения) или подавлены (активность  $<10$  мкВ), то процент подавления/затухания будет равен 20%, и запись будет «пре-

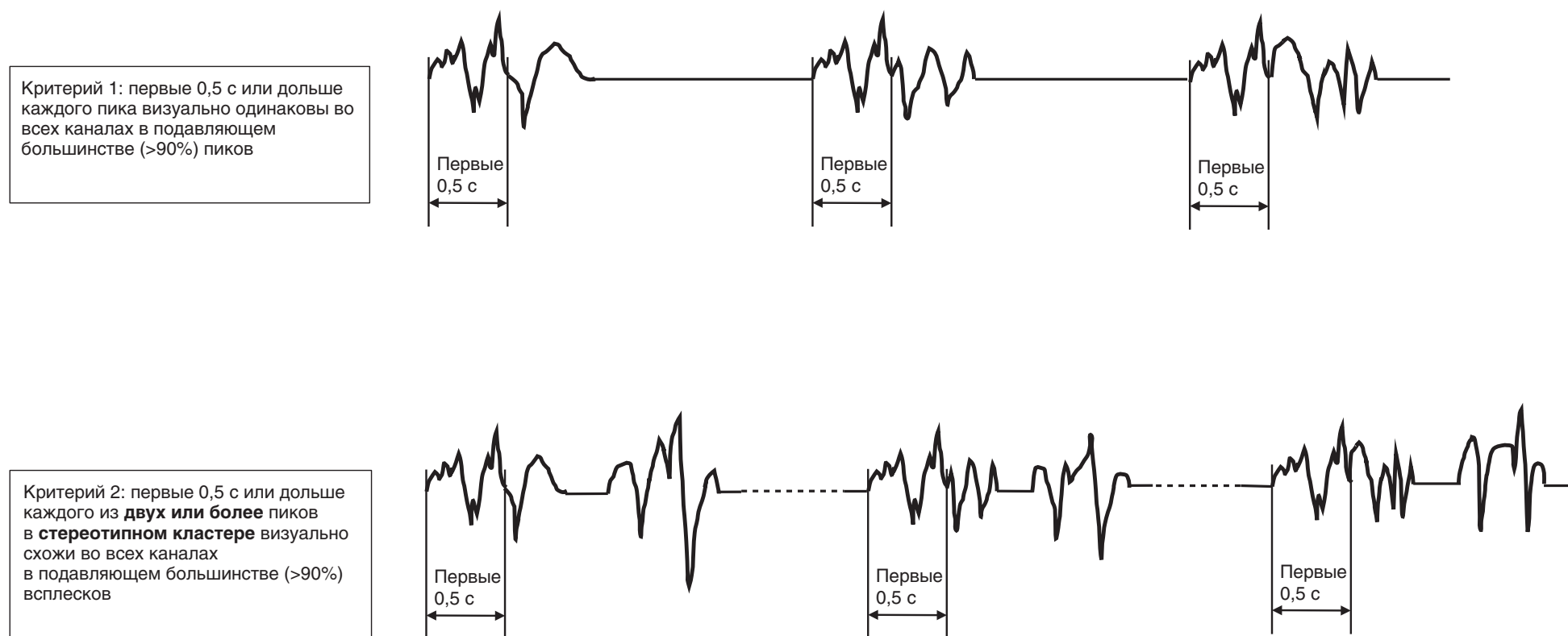
рывистой» (поскольку 20% попадает в диапазон 10–49%, определяющий разрыв). Чтобы эпизод ослабления/подавления учитывался при расчете этих процентов, эпизод должен длиться не менее 1 с, то есть 0,5 с ослабления/подавления не учитываются при расчете процента подавления



**РИС. 2.4.** Выраженные эпилептиформные приступы. Наличие ВЭВ (как часть подавления/затухания вспышек) влияет на вероятность рецидива ЭС в случае прекращения применения высокоседативных противосудорожных препаратов. ВЭВ определяются как присутствующие, если соблюдается любой из следующих двух критериев:

1. Если два или более эпилептиформных разряда (спайков или острых волн) наблюдаются в большинстве (>50%) пиков и возникают в среднем с частотой 1 Гц или быстрее в пределах одного пика (частота рассчитывается как обратная величина, типичная межпиковая латентность последовательных эпилептиформных разрядов в пределах одного импульса). (Примечание: третий пик на верхней панели действительно содержит одну острую эпилептиформную волну, однако она не является «высокой эпилептиформной», поскольку не содержит два или более разрядов.) ИЛИ

2. Если в большинстве (>50%) пиков возникает ритмичный, потенциально иктальный паттерн. (Примечание: первые два примера пиков на нижней панели представляют собой начало ЭГС и, следовательно, являются «высокоэпилептиформными», тогда как третий пик на нижней панели состоит из полиморфной  $\theta/\delta$ -активности средней амплитуды, то есть не похож на начало припадка и, следовательно, не является «высокоэпилептиформным».) Воспроизведено по материалам: Hirsch LJ, Fong MWK, Leitinger M et al. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2021 Version. J Clin Neurophysiol. 2021;38(1):1–29, с разрешения



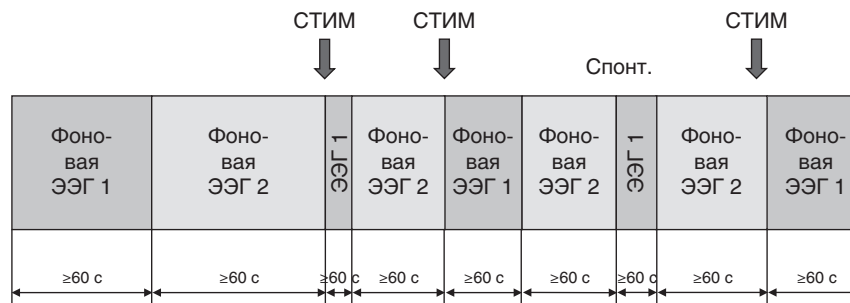
**РИС. 2.5.** Идентичные пики. Идентичные пики можно концептуально рассматривать как состояние крайней инвариантности, когда все пики одинаковы, то есть в них отсутствует изменчивость. В этом состоянии первые 0,5 с или дольше каждого всплеска или первые 0,5 с или дольше двух или более пиков, возникающих в стереотипном кластере, визуально схожи во всех каналах в подавляющем большинстве (>90%) пиков или скопления пиков. Следует отметить, что только первые 0,5 с каждого пика или стереотипного кластера долж-

ны быть визуально похожими, чтобы их можно было классифицировать как «идентичные пики». Например, вторая половина каждого пика на верхней панели и вторая часть каждого стереотипного кластера на нижней панели на самом деле различны, но первые 0,5 с идентичны, поэтому они все равно подходят. Воспроизведено по материалам: Hirsch LJ, Fong MWK, Leitinger M et al. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2021 Version. J Clin Neurophysiol. 2021;38(1):1–29, с разрешения

**Изменения состояния**

Минимум 2 устойчивых типа фоновой ЭЭГ:

1. Связано с уровнем внимания или стимуляции.
2. Каждый из них должен сохраняться в течение  $\geq 60$  с, чтобы квалифицироваться как «состояние».
3. Стимуляция должна обеспечивать перевод пациента из менее настороженного состояния в более настороженное/более стимулированное состояние.
4. Более настороженное/более стимулированное состояние считается «регистрируемой фоновой» ЭЭГ.
5. Изменения состояния могут происходить и спонтанно



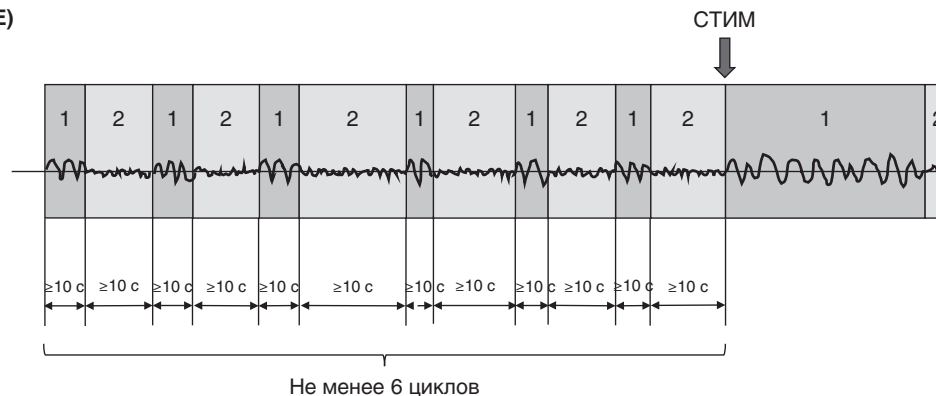
Фон ЭЭГ 1: стимулированный/более активный: используется для описания фоновых признаков («сообщенный фон»)  
 Фон ЭЭГ 2: нестимулированное/менее бодрствующее состояние; обычно длится от нескольких минут до нескольких часов (минимум: 60 с)

СТИМ = стимуляция, Спонт. = спонтанный

**Циклическая переменная картина энцефалопатии (CAPE)**

Изменения фоновых паттернов ЭЭГ 1 и 2:

1. Каждая длительностью не менее 10 с.
2. Спонтанное регулярное чередование двух паттернов.
3. В течение не менее 6 циклов



**РИС. 2.6.** Изменения состояния и циклический альтернирующий характер энцефалопатии. Изменения состояния присутствуют, если имеется хотя бы два устойчивых типа фоновой ЭЭГ, связанных с уровнем настороженности или стимуляции; каждый должен сохраняться не менее 60 с, чтобы квалифицироваться как «состояние». Стимуляция должна обеспечивать перевод пациента из менее настороженного состояния в более настороженное/более стимулированное. Изменения состояния могут происходить и спонтанно. Более настороженный/стимулированный паттерн считается основным «фоновым» паттерном ЭЭГ пациента. Изменения состояния можно охарактеризовать как:

- а) присутствуют нормальные транзиторные фазы сна N2 (K-комплексы и веретена);
- б) присутствует, но с аномальными переходными процессами сна стадии N2;

- в) присутствует, но без переходных периодов сна стадии N2;
- г) отсутствует.

ЦАПЭ относится к изменениям фоновых паттернов, каждый из которых длится не менее 10 с и спонтанно чередуется между двумя паттернами на регулярной основе в течение как минимум шести циклов (но часто длится от минут до часов). Если каждый образец ЦАПЭ длится  $>60$  с, это также можно квалифицировать как наличие изменений состояния. Это новая определенная закономерность, на данный момент по существу неизученная, но может отражать лучший прогноз для больных в критическом состоянии; это, конечно, лучше, чем иметь нереактивную запись. Воспроизведено по материалам: Hirsch LJ, Fong MWK, Leitinger M et al. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2021 Version. J Clin Neurophysiol. 2021;38(1):1–29, с разрешения