

Метод анализа индивидуальных триггер-факторов кризисных состояний у людей с расстройствами аутистического спектра

Е. Н. Шалобыта

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

enshalobyta@etu.ru

Аннотация. В статье приводится обзор основных современных исследований и научных подходов к мониторингу состояния здоровья лиц с расстройствами аутистического спектра (РАС) с акцентом на методы раннего выявления потенциально тревожных изменений и определения триггеров ухудшения состояния. Анализируются и систематизируются различные факторы, способные спровоцировать специфические отклонения в модели поведения для поиска способов смягчения их влияния. Приводится концептуальная структура системы контроля за состоянием людей с РАС для определения механизмов развития кризисных эпизодов и формирования персонализированного профиля триггер-факторов.

Ключевые слова: расстройства аутистического спектра, аутизм, мониторинг, триггеры, носимые устройства, саморегуляция, цифровая медицина

I. ВВЕДЕНИЕ

Расстройства аутистического спектра (РАС) – общий диагноз для гетерогенной группы нарушений нейropsychического развития, характеризующихся аномалиями социального функционирования, поведения и развития коммуникативных навыков. Специфика диагноза заключается в высокой диверсификации состояний пациента, которые соотносятся с данным определением: от самых тяжелых, с ярко выраженными отклонениями в работе речевого аппарата, интеллекта, опорно-двигательной системы, до нормальных и легких, с единичными проявлениями девиаций и наилучшими перспективами социальной интеграции.

В более ранних работах по тематике (примерно до 2015–2016 гг.) часто фигурируют термины «высокофункциональный» и «низкофункциональный» аутизм [1–2]. Однако в наиболее актуальных современных исследованиях (2020–2025 гг.) специалисты постепенно отказываются от данных категорий [3, 4], переходя к более широкой градации РАС по уровням. При этом нарушения оцениваются не единым целым, а по функциональным или системным группам, благодаря чему можно отделить аутичных пациентов с высокой эмоциональной регуляцией и гибкостью мышления от пациентов с проблемами в вербальной коммуникации и тяжелыми коморбидными расстройствами (умственной отсталостью, обсессивно-компульсивным расстройством, депрессией). Важность разграничения обусловлена необходимостью адаптировать стратегию лечения конкретного пациента под наиболее значимые терапевтические запросы для

достижения лучшего из исходов. Например, пациентам с нарушениями речи более важны занятия с логопедом, а для развития двигательных навыков лучше подойдет ЛФК. В целом, такой дифференцированный подход берет в фокус интерес к механизмам действия РАС и, как следствие, приводит к поиску и разработке более эффективных способов поддержки людей с аутизмом.

Помимо общей вариативности расстройства, наблюдается также разнообразие индивидуальной динамики его симптомов во времени [5]. Так, определенные «ключевые» маркеры РАС могут оставаться относительно стабильными в течение жизни пациента, а другие – претерпевать изменения: улучшаться при качественной реабилитационной работе специалистов или ухудшаться без неё или под влиянием иных факторов.

К числу динамически изменяемых проявлений РАС относятся, в числе прочих, частота развития так называемых кризисных состояний – аффективных и нервных срывов, кататонических ступоров, психозов – и их интенсивность. Частые эпизоды «срывов» существенно замедляют процесс социальной адаптации пациента, а их серьезность во многом определяется общим физиологическим и психологическим состоянием аутичных пациентов. Таким образом, предупреждение развития различных кризисных состояний у людей с РАС, помимо того, что, безусловно, является способом повысить качество их повседневной жизни, напрямую влияет на прогресс течения диагноза.

С учетом описанных условий, приоритетной методикой исследования будет являться мониторинг состояния пациентов с РАС с дополнительной фиксацией периодов обострения симптоматики и указанием предположительных причин наблюдаемых ухудшений. Для этого первоначально необходимо понимать, какие основные группы провоцирующих факторов существуют и каким образом возможно выполнять их регистрацию. То есть, требуется провести предварительную классификацию триггер-факторов, проанализировать и сопоставить их с существующими актуальными и информативными подходами к наблюдению за пациентами с РАС. Полученную классификацию использовать при разработке структуры системы мониторинга для определения механизмов, предшествующих наступлению кризисных состояний, и формирования индивидуального профиля триггер-факторов пациента. Этим определяются *цель* и *задачи* данного исследования.

II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Для решения поставленной проблемы был проведен аналитический обзор научной литературы: публикаций, описывающих основные провоцирующие факторы эпизодов девиантного поведения у людей с РАС (психозов, ступоров, истерик), посвященных проблемам детектирования ухудшения состояния, методам и подходам к объективной регистрации физиологических параметров и поведенческих паттернов [5–16]. Дополнительно были изучены современные отечественные и зарубежные клинические рекомендации диагностики, сопровождения и лечения РАС [17].

Из текстов были выделены описания основных сценариев развития острых приступов у людей с РАС с определением категории ключевых раздражителей и стимулов негативной реакции. Для каждой из категории исследовались инструментальные методики регистрации их воздействия и объективной реакции на него организма пациента. Параллельно формировалась концептуальная схема системы мониторинга, включающей в себя аппаратную и программную части, а также модуль системы активного тестирования воздействия раздражителей, с обоснованием выбора регистрируемых параметров и инструментов наблюдения.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ

A. Классификация триггер-факторов

Большинство изученных в ходе исследования публикаций и современные клинические рекомендации акцентируют внимание на необходимости разработки гибких и более персонализированных стратегий диагностики и лечения аутичных пациентов [5]. Высокая гетерогенность проявлений РАС существенно осложняет процесс подтипирования симптомов и повышает интерес к применению комбинированных технологий сбора и анализа данных. Речь идет не только о параллельной регистрации различных биологических сигналов, например, одновременной регистрации ЭКГ и

электрической активности кожи. Но также и слиянии целых методов исследования, когда обученные на разных типах данных модели диагностики совмещают результаты своих предсказаний для повышения точности принятия окончательного решения. [6]

Применительно к задаче анализа факторов, способных спровоцировать аффективные срывы у людей с РАС, эти тенденции подчеркивают приоритет исследования мультипараметрических данных. То есть, интеграционного изучения различных типов реакции – физиологической, поведенческой, психологической; и различных категорий факторов. Вместе с тем, чрезмерно большой объем неоднородной информации технически сложен в обработке. Многофакторные аналитические модели задают высокие требования к вычислительной мощности и ресурсам памяти. Зачастую, для рассмотрения групп сильно отличающихся по параметрам сигналов приходится разрабатывать сложные методы выравнивания и сопоставления признаков [7].

Предварительная классификация исследуемых данных помогает оптимизировать процесс, определяя наиболее значимые корреляции. Поскольку факторов, инициирующих кризисные состояния у людей с РАС, огромное множество, выделение категорий, объединяющих их по механизмам возникновения, клиническим проявлениям, природе развития, упрощает подходы к их анализу. А выделение групп со сходными методами регистрации позволяет наметить структуру системы мониторинга, в рамках которой каждая группа триггеров будет исследоваться специализированным, но унифицированным в рамках категории набором инструментов.

Как показано в табл. 1, наиболее крупную группу триггеров составляют сенсорные раздражители. Деление их на категории внутренние и внешние обусловлено, в первую очередь, рассуждении о дальнейших поисках причин дискомфорта.

ТАБЛИЦА 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ТРИГГЕР-ФАКТОРОВ

Категория триггер-факторов		Краткая характеристика	Варианты специфических проявлений
Сенсорные	Внешние	Визуальные	Слезоточивость, жалобы на головную боль, зажмуривание глаз, в тяжелых случаях - эпилептические припадки.
		Аудиальные	Попытки закрыть уши и "спрятаться" от источника звука, громкие крики или "агуканья".
		Обонятельные	Отдышка, рвотные позывы, самоустранение от предполагаемого источника запаха.
		Тактильные	Жалобы на зуд, покалывания или болезненность кожных покровов, самоповреждения, "судорожные" движения.
		Вкусовые	Отторжение пищи (выплывывание, разбрасывание), пищеварительные "сбои".
	Внутренние	Проприцептивные	Различные формы девиации движений; прыжки, раскачивания и вращения на месте.
		Физиологические	Подавленность, сильный болевой симптом, различная "болезненная" симптоматика (напр. диарея, острая мигрень).
Средовые		Сенсорная "перегрузка" из-за нахождения в дискомфортных условиях окружающей среды..	Неусидчивость, беспокойное поведение, выраженные эмоциональные реакции, самосаботаж..
Социально-коммуникативные		Сложности в социальном взаимодействии, специфической и повседневной социальной активности.	Эскапизм, самоизоляция, ступор, "отключение" от реальности.
Аффектогенные		Нарушения эмоциональной регуляции.	Неситуативное поведение, жесты, гипертрофированные реакции.

Внешние, или экстероцептивные, факторы, воздействующие, соответственно, на внешние органы чувств (зрение, слух, обоняние, вкус), отражают свойства окружающего материального мира, т. е. могут быть каким-либо образом инструментально зафиксированы. Например, можно померить уровень громкости звука или интенсивность света. Кроме того, для более точной регистрации реакции на данные раздражители возможна генерация искусственных стимулов (музыкальных сигналов определенной частоты, динамичных визуальных образов).

Категория сенсорных внутренних триггеров связана с ощущениями, поступающими из проприоцептивного поля (ощущение положения тела в пространстве, мышечно-суставные чувства), а также от «самого организма» – висцеральные боли, восприятие нервных импульсов, внутренний дискомфорт. Механизм развития остается прежним – воздействие, измеряемое в категории чувств и ощущений. Однако природа проявлений и методы регистрации будут отличаться. Так, нарушения в работе внутренних систем организма могут давать клиническую симптоматику различных заболеваний (тошнота, мигрень, повышенная температура тела) и требовать проведения дополнительных скринингов и лабораторных анализов.

Значительный акцент на оценке влияния сенсорных триггеров связан с высокой распространенностью у аутичных персон коморбидных отклонений в виде гипо- и гиперчувствительности, а также синестезии – смещения чувственного восприятия [12]. Обозначенные нарушения входят в число основных симптомов РАС, так как являются прямым следствием особого, нейроотличного восприятия информации из окружающего мира. Как указано в Таблице 1, «обычные» в понимании нейротипичного человека звуки, запахи, визуальные и сенсорные стимулы ощущаются иначе людьми с РАС, причем понять и зафиксировать эти отличия объективно бывает затруднительно. В связи с этим перспективным является совмещение пассивного мониторинга физиологических параметров с проведением активных тестов реакции на внешние стимулы.

Говоря об особенностях восприятия у аутичных личностей, следует заметить, что категория Средовых триггер-факторов тоже связана с сенсорными

ощущениями пациента, хотя является более общей по отношению к ним. Средовые факторы включают в себя совокупную реакцию организма на сочетанное воздействие сразу нескольких раздражителей в ограниченном пространстве. Например, зал ожидания в аэропорту или учебный класс. Нахождение в этих помещениях может спровоцировать развитие срыва. Вместе с тем, истинной причиной срыва будет сенсорная «перегрузка» из-за сильного шума, мигающего света, дискомфортных сидений или большого количества людей вокруг.

Категория Социально-коммуникативных факторов тесно связана с категорией Средовых, так как ранее упоминаемый учебный класс, к примеру, можно рассматривать как социальную среду (взаимодействия с учителем и другими учениками), пребывание в которой создает определенный дискомфорт для человека с РАС. В то же время объединять указанные факторы в одну категорию не рекомендуется [8]. Расстройство аутистического спектра по определению характеризуется трудностями в социальной коммуникации и социальном взаимодействии, поэтому именно данная симптоматика будет наиболее информативна и требует пристального рассмотрения. Следует отметить также, что помимо непосредственно сложностей в установлении контакта с другими людьми, триггером могут стать, например, непредвиденные изменения в социальной рутине или попадание в ситуации, требующие коммуникативной импровизации. Именно перечисленные триггеры могут быть наиболее специфичными, то есть формирующими индивидуальный профиль расстройства аутичной личности, в связи с чем их необходимо рассматривать в рамках отдельной категории.

Помимо этого, в обособленную категорию выделены Аффектогенные триггеры. Нарушения эмоциональной регуляции являются следствием расстройства. Люди с РАС часто сталкиваются с затруднениями в определении характера и степени испытываемых эмоций, «пропуская» момент, когда они могут запустить механизмы аффективного срыва.

Природа различных триггеров-факторов, совпадения в механизмах их влияния и характере проявления ответной реакции определяют наиболее подходящие методы для их регистрации, систематизированные в табл. 2.

ТАБЛИЦА II. МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ ТРИГГЕР-ФАКТОРОВ

Категория наблюдения	Предмет наблюдения	Способ регистрации	Потенциальные методы регистрации
Поведение	Внешние проявления	Объективный, инструментальный	Многочастотные и акселерометрические датчики, системы захвата движений, распознавания речи и анализа просодики, анализ движения зрачков.
	Оценка поведения сторонним наблюдателем	Субъективный, опосредованный	Опросники для самоотчета, стандартизированные анкеты наблюдений.
Физиология	Психоэмоциональная реакция организма	Инструментальный, объективный	Мониторинг физиологических показателей организма (ВСР, ФПГ, КГР, ЭМГ и др.), в том числе при помощи мобильных носимых устройств.
Контекст	Состояние окружающей среды	Инструментальный, объективный	Датчики состояния окружающей среды (термометр, барометр, датчик сатурации и др.)
	Социальная среда	Субъективный	Форма для фиксации описания окружающей обстановки (тип помещения, время суток, общее описание ситуации).
	Динамика изменений	Субъективный, опосредованный	"Дневники" наблюдения, для указания частоты и повторяемости кризисных состояний.
*Нейрореакции	Функционирование различных структур головного мозга	Инструментальный, объективный	ЭЭГ и нейроскрининг.

В табл. 2 факторы представлены в соответствии с целевой категорией наблюдения, в числе которых выделены регистрация изменений в поведении, физиологической реакции организма, смены контекста. Под звездочкой вынесена категория регистрации нейрореакций, предполагающая получение картин изменения активности различных областей головного мозга, например, при помощи проведения функционального МРТ. Данный вид мониторинга технически сложен в реализации, обработке и сопоставлении полученных данных с результатами других наблюдений, хотя и дает информативное, объективное представление о сложных механизмах проявления РАС [9].

Ещё одним информативным методом регистрации является мониторинг физиологических показателей пациента с РАС [10–12]. С популяризацией и активным развитием телемедицинских систем, организовать длительное наблюдение за изменением таких параметров как частота сердечных сокращений, дыхательный ритм, изменение электрической активности кожи, стало проще, в том числе с использованием портативных мобильных устройств (браслетов, колец, холтеров). Регистрация физиологических реакций организма предоставляет более объективные данные о состоянии пациента с РАС. Дополнительно, сравнение фиксируемых параметров с другими наблюдаемыми явлениями (поведением, эмоциями) освещает неявные корреляции между воздействием триггер-фактора и «откликом» на него организма аутичного пациента, что особенно актуально для людей с трудностями саморегуляции и отставанием в интеллектуальном развитии.

Объективные инструментальные методы регистрации поведенческих проявлений развития кризисного состояния при РАС включают в себя использование различных комбинаций акселерометрических и динамометрических датчиков, применение систем захвата движения и анализа движений зрачков, анализ по распознаванию речи [13–14]. Помимо этого, инструментальные методы применимы также для получения информации о состоянии окружающей пациента среды – оценки температуры и влажности в помещении, уровня зашумленности и интенсивности освещения.

Все остальные указанные методы будут давать в той или иной степени опосредованную оценку состояния пациента с РАС. Разработка и внедрение специализированных анкет (чек-листов) наблюдения [15, 16] помогают в определении закономерностей отклонений в поведении и классификации кризисных проявлений. Опросники для самоотчета дают более наглядное понимание восприятия аффективных срывов самими аутичными людьми и предоставляют новые данные о параметрах, по которым возможно предсказать развитие приступа. Субъективная оценка социальной среды позволяет мыслить не только в категориях климатических характеристик окружающего пространства, но и в более абстрактных категориях оценки его «комфортности» для человека с РАС, вдобавок учитывать социальный контекст.

Объединяя информацию о поведенческих, физиологических и контекстуальных параметрах, можно сформировать уникальный профиль реакций пациента на триггер-факторы. На основании данного профиля

возможно формирование персонализированных стратегий лечения пациента, нацеленных на контроль конкретных биомаркеров и, кроме того, разработка индивидуальных моделей предсказания развития кризисных состояний.

В. Система контроля состояния пациентов с РАС

Анализ и классификация триггер-факторов срывов у людей с РАС освещает потенциал перехода от изолированных инструментов мониторинга к целостной гибридной системе. Концептуальная схема такой системы представлена на рис. 1.



Рис. 1. Концептуальная схема системы для мониторинга состояния здоровья людей с РАС.

Предложенная система синтезирует пассивный и активный мониторинг в единый информационный поток, где данные непрерывной физиологической регистрации синхронизируются с событиями, фиксируемыми в ходе плановых диагностических сеансов или вносимыми пользователем (например, отметками о смене обстановки, приеме пищи, поведенческих эпизодах).

Аппаратный модуль системы включает в себя набор мобильных носимых медицинских устройств для контроля физиологических параметров. Конкретный набор устройств определяется совместно со специалистом для наиболее точного определения состояния здоровья пациента. При этом совокупность определенных устройств можно соотнести с преобладающими задачами исследования или в соответствии с категориями классификации триггер-факторов, например, выделив конкретную группу раздражителей для подробного анализа.

Управление устройствами осуществляется при помощи программно-алгоритмического модуля системы, для которого требуется разработка интеллектуальной платформы сбора и обработки данных и контроля работы устройств. Дополнительно в системе появляется блок тестовой системы для работы в режиме активного анализа реакции на предъявляемые с заданной периодичностью и интенсивностью стимулы. Тестирование выполняется под контролем опекуна или врача. Механизм активного тестирования позволяет выявить специфические триггеры или уточнить и конкретизировать имеющиеся для формирования точного индивидуального профиля триггер-факторов пациента.

В своем лучшем исполнении система дополнительно должна реализовывать принцип персонализированной адаптивной обратной связи, не ограничиваясь сигнализацией, но предлагая возможные превентивные стратегии, основанные на выявленных триггерах. Подобная архитектура, преодолевающая ограничения существующих подходов, позволит превратить поток разнородных данных в действенное знание для поддержки принятия клинических решений и улучшения качества жизни пациентов с РАС и их близких.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема профилактики кризисных состояний стоит очень остро в современной клинической практике сопровождения людей с РАС. Характерные для нейроразличных пациентов аффективные срывы и кататонические ступоры являются серьёзным дезадаптирующим фактором, не только снижающим эффект реабилитационных мероприятий, но и способным ухудшать состояние пациента. В обширном многообразии причин, провоцирующих подобные эпизоды, выделение классификационных групп триггер-факторов возможно по принципу схожести их природы, механизмам воздействия, но более важно определить и обозначить категории методов их потенциальной регистрации.

Современный подход к сопровождению людей с РАС исходит из понимания крайней гетерогенности диагноза, формируя спрос на персонализацию лечебных стратегий. Именно в контексте данной парадигмы классификация триггер-факторов обретает особую значимость как метод формирования индивидуального профиля пациента для определения ключевых целей терапевтического вмешательства.

Предложенная в работе структура, помимо непосредственно группировки триггер-факторов, создаёт практическую основу для перехода от теоретического описания причин к инструментальному измерению объективных параметров. Разработанная на её основе схема системы мониторинга состояния людей с РАС обозначает перспективы как для углублённого исследования особенностей РАС, так и для прогнозирования и своевременного купирования кризисных состояний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Tebartz van Elst L. et al. High-functioning autism spectrum disorder as a basic disorder in adult psychiatry and psychotherapy: psychopathological presentation, clinical relevance and therapeutic concepts //European archives of psychiatry and clinical neuroscience. 2013. Т. 263. №. Suppl 2. С. 189-196.
- [2] Burack J.A., Volkmar F.R. Development of low-and high-functioning autistic children //Journal of Child Psychology and Psychiatry. 1992. Т. 33. №. 3. С. 607-616.
- [3] Lin X. et al. Advances in the diagnosis and treatment of autism spectrum disorders in children //Altern Ther Health Med. 2024. Т. 30. №. 3. С. 170-75.
- [4] Ali M. T. et al. A personalized classification of behavioral severity of autism spectrum disorder using a comprehensive machine learning framework //Scientific reports. 2023. Т. 13. №. 1. С. 17048.
- [5] Pang L. et al. Multi-modal data analysis for autism spectrum disorder in children: State of the art and trends //EngMedicine. 2026. Т. 3. №. 1. С. 100117
- [6] Dhamale T.D., Bhandari S.U., Harpale V.K. Fusion of features: a technique to improve autism spectrum disorder detection using brain MRI images //Biomedical and Pharmacology Journal. 2023. Т. 16. №. 4. С. 2443-2455.
- [7] Mash L.E. et al. Atypical relationships between spontaneous EEG and fMRI activity in autism //Brain connectivity. 2020. Т. 10. №. 1. С. 18-28.
- [8] Soden P.A. et al. The meltdown pathway: A multidisciplinary account of autistic meltdowns //Psychological Review. 2025.
- [9] Song J.W. et al. Neuroimaging-based deep learning in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder //Journal of the Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry. 2020. Т. 31. №. 3. С. 97.
- [10] Thakkar K.N. et al. Response monitoring, repetitive behaviour and anterior cingulate abnormalities in autism spectrum disorders (ASD) //Brain. 2008. Т. 131. №. 9. С. 2464-2478.
- [11] Fioriello F. et al. A wearable heart rate measurement device for children with autism spectrum disorder //Scientific Reports. 2020. Т. 10. №. 1. С. 18659
- [12] Qiu T. et al. Application of telemedicine for preliminary screening of autism spectrum disorder //Frontiers in Pediatrics. 2022. Т. 9. С. 745597.
- [13] Kollias K. F. et al. The contribution of machine learning and eye-tracking technology in autism spectrum disorder research: A systematic review //Electronics. 2021. Т. 10. №. 23. С. 2982.
- [14] Paul R. et al. Perception and production of prosody by speakers with autism spectrum disorders //Journal of autism and developmental disorders. 2005. Т. 35. №. 2. С. 205-220.
- [15] Larsen K. et al. Piloting the use of a short observation list for asd-symptoms in day-care: challenges and further possibilities //Journal of Autism and Developmental Disorders. 2020. Т. 50. №. 9. С. 3413-3423.
- [16] Sizoo B. B. et al. Predictive validity of self-report questionnaires in the assessment of autism spectrum disorders in adults //Autism. 2015. Т. 19. №. 7. С. 842-849.
- [17] Расстройства аутистического спектра: клинические рекомендации / Министерство здравоохранения Российской Федерации. 2024. 123 с.