

## Приложение

# УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ «ОМЕГА-С»

## 1. Принципы управления тренировочным процессом.

Эффективность управления тренировочным процессом определяется наличием исчерпывающей, объективной и своевременной информации о состоянии объекта управления и о характере внешних воздействий на него.

Управление тренировочным процессом предусматривает решение следующих задач:

- 1) комплексная оценка состояния спортсменов;
- 2) выявление причинно-следственных связей в системе «цель тренировки – способ тренировки – конечный результат»;
- 3) разработка управляющего решения.

В связи с этим для оценки состояния спортсменов большое внимание уделяется использованию средств и методов комплексного контроля.

Несмотря на относительно хорошую разработанность системы комплексного контроля в спорте, в настоящее время остаются серьезные проблемы с интерпретацией полученных данных и их использованием в процессе управления тренировкой. Причины хорошо известны: во-первых, не удается обеспечить действительную комплексность оценки, во-вторых, существующие подходы не обеспечивают возможности оперативного управления тренировочным процессом, в-третьих, для принятия такого решения необходима возможность сопоставления исходного состояния спортсмена, состояния на фоне тренировочных нагрузок и необходимого целевого состояния.

Наличие определенного кризиса в этой сфере связано с усложнением системы подготовки спортсменов; отставанием качества контроля от требований по организации спортивной тренировки как управляемого процесса; увеличением числа измеряемых показателей и сложностью системы их математической обработки.

По мнению ряда исследователей о готовности спортсмена к выполнению тренировочных и соревновательных нагрузок нельзя судить по отдельным (даже информативным) показателям. Объективная оценка уровня готовности спортсмена к напряженной соревновательной деятельности возможна только *при системном видении взаимосвязи текущих показателей адаптации с их конечными значениями*. Введение в сферу спортивной деятельности современных математических методов и вычислительной техники позволяет решать ряд принципиально новых задач, связанных с оценкой отношения «воздействие - адаптивный эффект и объективизацией процесса становления спортивного мастерства.

Объективно в этой области существуют две принципиальные возможности по упорядочиванию большого объема необходимой для принятия решения информации: во-первых, выявление основных, наиболее существенных, положений организации системы для принятия управляющего решения; во-вторых, широкое применение в этом процессе информационных технологий.

## 2. Основные подходы к оценке функционального состояния.

Исследования, проведенные в Центре биомедицинских исследований «Динамика» позволяют говорить о соединении этих двух возможностей в рамках новой информационной технологии анализа биоритмических процессов. Использование для этого кардиоритмограммы является оправданным с нескольких точек зрения:

1. Частота сердечных сокращений всегда расценивалась как своеобразный сводный показатель состояния сердечно-сосудистой системы организма, а ее тесная связь с комплексом гемодинамических изменений, возникающих в ответ на регулярную физическую нагрузку, сомнений не вызывает.

2. Но ритмограмма сердца еще и вегетативная функция, которая согласно существующим представлениям теории «функциональных систем» является голограммой, в которой видны все уровни ее управления и, в конечном счете, отражается весь организм. Следовательно, она содержит в себе информацию и системного уровня.
3. Мониторы сердечного ритма существуют уже давно, ибо регистрация этого типа сигналов максимально удобна и хорошо отработана.

Поэтому широкое использование среднего значения ЧСС во время соревнований давно уже помогает охарактеризовать текущее функциональное состояние спортсмена и в зависимости от этого планировать последующую тренировочную нагрузку. Однако представление о тренировочном процессе не ограничивается только «слепым» контролем ЧСС, важно представлять, какие взаимоотношения имеются между характером сердечной деятельности и другими реакциями организма на регулярную физическую нагрузку.

В этом смысле возможны два принципиально различных подхода.

*Первый*, подразумевает использование в том или ином виде мультипараметрического анализа, как основного инструмента практической реализации теории «функциональных систем». Суть его заключена в произвольном выборе наиболее информативных (по мнению исследователя) показателей для описания той или иной изучаемой функции (например, состояние сердечно-сосудистой системы). В дальнейшем используются различные методы статистической обработки и «сведения» полученных результатов для оценки изучаемого процесса. Главной слабостью традиционного подхода являются: множественность анализируемых параметров, громоздкая система математической обработки с постоянным усреднением получаемых промежуточных результатов, произвольный выбор исходных параметров, трудность одномоментной регистрации всех изучаемых показателей и некоторые другие.

*Второй*, предполагает монопараметрический анализ той или иной функции (скажем, кардиоритмограммы) с целью извлечения некоторого объема информации о состоянии системной регуляции. Примером подобного подхода является вариационная пульсометрия по Р.М. Баевскому, имеющая широкое распространение в нашей стране уже на протяжении более чем 30 лет. В русле того же взгляда находятся и работы по исследованию других аспектов variability ритмов сердца: спектральный и корреляционный анализы. Все перечисленные подходы имеют несомненные достоинства, главное из которых - единство времени. Благодаря ему, появляется возможность оценивать состояние вегетативного гомеостаза (соотношение симпатических и парасимпатических влияний на синусовый узел сердца). Однако очевиден и недостаток, который заключается в отсутствии оценки сущностных (волновых) характеристик ритмического процесса (в нашем случае кардиоритмограммы). Это означает, что изменение ритма сердца не является случайным, и не подлежит традиционной математической обработке как вариационный ряд случайных величин. Напротив, он строго детерминирован и предопределен состоянием управляющих систем организма. Поэтому может быть использован *геометрический анализ нелинейных хаотических колебаний кардиоритма*. Подобный подход основан на теории детерминированного хаоса, согласно которой, динамическое поведение комплексных живых систем не является случайным, а строго определено.

Именно второй подход реализован в обеих своих разновидностях в программе «Омега-С». Смысл совмещения статистического и геометрического анализов в одной программе заключается в получении информации как о текущем состоянии системы в реальном масштабе времени, так и более глубокой прогнозной с верхних уровней регуляции, недоступных при традиционной математической обработке кардиоритмограммы.

### **3. Биологическая суть колебательного процесса.**

Несколько слов о биологическом смысле сущностных характеристик оцениваемого волнового процесса. Основу существования любой живой системы, как известно, составляет колебательный процесс, выражаемый так называемой фрактальностью функций. Последнее обстоятельство определяет роль гомеостатических констант как неких центров, относительно которых колеблются целесообразные реакции противоположные по знаку (синтез – распад, возбуждение – торможение и т.д.). Именно широта интервалов, в пределах которых адаптивные реакции имеют возможность

неминуемо достичь своего оптимального уровня, свидетельствует о высокой приспособляемости и высокой надежности биологической системы.

Важнейшим выражением нелинейности является асимметричный характер лежащих в основе колебательных процессов двух антагонистических тенденций, которые и обеспечивают поступательность волновых процессов. Организм в целом рассматривается как система взаимодействующих друг с другом и со средой нелинейных биоосцилляторов, источником энергии, которых являются процессы метаболизма.

**Отсюда может быть сделан важнейший вывод о том, что в основе колебательности лежат процессы энергообеспечения противоположные друг другу, по сути. Иначе говоря, аэробные и анаэробные способы получения энергии вместе обеспечивают поступательность работы метаболических механизмов. А их гармоничное сопряжение и составляет главное условие поддержания стабильной и оптимальной спортивной деятельности.**

#### 4. Энергетическое обеспечение физической нагрузки.

Для совершения физической нагрузки различной интенсивности необходима энергия, обеспечивающая мышечные сокращения. В организме существует несколько систем синтеза энергии, которые используются для обеспечения того или иного вида физической нагрузки. Все эти системы объединяет то, что энергетическим субстратом является аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). Существует два принципиально отличных механизма синтеза АТФ: с использованием кислорода (аэробный путь) и без использования кислорода (анаэробный путь). Схематически это выглядит так:

1. креатинфосфат (КФ) + аденозиндифосфат (АДФ) = креатин + АТФ  
*анаэробный, без образования лактата энергетический путь*
2. глюкоза + АДФ = лактат + АТФ (гликолиз)  
*анаэробный, с образованием лактата энергетический путь*
3. глюкоза + кислород + АДФ = вода + углекислота + АТФ  
*аэробный, без образования лактата энергетический путь*
4. жиры + кислород + АДФ = вода + углекислота + АТФ  
*аэробный, без образования лактата энергетический путь*

Каждый из представленных энергетических путей имеет важное значение для обеспечения физической нагрузки того или иного рода. В частности, *креатинфосфатная система* обеспечивает нагрузку максимальной интенсивности и минимальной продолжительности, так как запасы КФ ограничены и полностью расходуются в течении 6-8 секунд. *Лактатная система*, напротив, работает при продолжительной нагрузке высокой интенсивности. Обе системы вместе составляют *анаэробный вектор энергообразования*, обеспечивающий поддержание одной из двух фаз колебательного метаболического процесса. Важнейшей особенностью его является энергодефицитность (малый выход АТФ) вкупе с образованием значительных количеств молочной кислоты (лактата). Накапливающаяся молочная кислота (особенно в работающих мышцах) вызывает закисление тканей и нарушение их функционального состояния.

Наибольшее количество энергии для мышечной работы образуется в *присутствии кислорода из глюкозы и жиров*. Вместе оба этих пути образуют *аэробный вектор энергообразования*, обеспечивающий поддержание другой фазы колебательного метаболического процесса. Его особенность заключена в том, что он является основным источником энергообеспечения в условиях двигательной деятельности. Аэробная система включается в процесс работы на 2-3 минуте от начала физической нагрузки.

**С точки зрения изложенных представлений смысл тренировочного процесса заключается в поддержании на оптимальном уровне баланса между двумя фазами метаболического процесса (аэробной и анаэробной), который следует рассматривать как единый нелинейный и колебательный.**

## 5. Некоторые аспекты проблемы перетренированности.

Очевидно, что проблема перетренированности лежит в плоскости представлений о дисбалансе в работе метаболического механизма. Ясно также, что сдвиг при этом происходит в сторону анаэробных процессов, что проявляется и физиологически и клинически.

**Биохимия и физиология.** Высокие концентрации лактата в крови являются отражением развития ацидоза (закисления) как внутри мышечных клеток (внутриклеточный ацидоз), так и в межклеточных пространствах, их окружающих (внеклеточный ацидоз). Закисление приводит к серьезным метаболическим нарушениям. Функционирование многих ферментных систем, в том числе аэробного энергообеспечения, резко нарушается. Причем изменения эти могут сохраняться длительно. Часто неконтролируемое повторение такой нагрузки при отсутствии полного восстановления аэробной емкости приводит к развитию перетренированности. Длительное сохранение ацидоза сопровождается повреждением клеточных стенок скелетной мускулатуры. Это сопровождается возрастанием концентрации в крови внутриклеточных веществ (КФК и мочевины), что является прямым свидетельством повреждения мышечных клеток. Если для снижения концентрации этих веществ в крови требуется 24-96 часов, то для полного восстановления нормальной структуры мышечных клеток необходим значительно более длительный период.

**Клиника.** В первую очередь следствием ацидоза является одновременное нарушение тонкой координации движений, что отчетливо проявляется в высокотехнических видах спорта. Поэтому отработка координаторных действий в таких условиях малопродуктивна. Резко возрастает риск травмирования спортсменов. Нарушение целостности клеточных оболочек скелетных мышц приводит к микронадрывам, а резкие и нескоординированные движения могут привести и к более серьезным травматическим повреждениям (надрывы или разрывы мышц, сухожилий, повреждение суставов).

У спортсменов с высокой мотивацией к спортивным достижениям может быть нарушена субъективная оценка самочувствия, часто они недооценивают тяжесть того или иного занятия, иногда самостоятельно идут на увеличение продолжительности или интенсивности физической нагрузки. Накопление усталости и недовосстановленности организма требует уже не нескольких дней, а значительно более продолжительный промежуток времени (недели и месяцы). Наиболее типичны жалобы на постоянное чувство усталости, скованность движений, желание прекратить тренировку. Со стороны ЦНС: раздражительность, беспокойство, отсутствие должной концентрации внимания, рассеянность, вспыльчивость, чувство усталости и даже депрессия.

Понятно, что проблемой и тренера и врача является определение той грани за которой нарушается устойчивый баланс метаболических процессов и развиваются признаки хронической усталости. Очевидно лучше всего, если это произойдет раньше и при минимальной затрате сил и времени.

На практике сегодня, с точки зрения спортивной физиологии, успешность любого тренировочного процесса сводится к улучшению нескольких функционально значимых показателей:

1. Величины максимального потребления кислорода,
2. Уровня анаэробного (лактатного) порога,
3. Экономичности движений.

Первые два показателя являются чисто физиологическими, а последний подразумевает чаще всего врожденное качество. Одновременная, количественная, оперативная оценка всех этих показателей представляется задачей невыполнимой по определению (см. раздел 2). С другой стороны она необходима для каждодневного контроля тренировочного процесса.

## **6. Роль вариабельности сердечного ритма в ежедневной оценке функционального состояния спортсменов.**

Хорошо известно, что длительные или интенсивные тренировки провоцируют переутомление сердечно-сосудистой системы. К сожалению, часто не удается уловить момент, когда в организме наступает срыв адаптационных и регуляторных механизмов. В течение от 1 до 3 недель у спортсмена, несмотря на имеющиеся сдвиги, сохраняется достаточно высокий уровень специальной выносливости, которая позволяет ему показывать неплохие спортивные результаты. Но затем наступает резкий и глубокий спад спортивной формы, связанный с перетренированностью, для выхода из которого требуется не только продолжительный промежуток времени, выбивающий спортсмена из соревновательной колеи, но и специфическая медикаментозная терапия.

К сожалению, периодически проводимые обследования не позволяют использовать их результаты для планирования конкретных тренировочных нагрузок в зависимости от самочувствия спортсменов, степени восстановления организма после проведенной накануне или днем тренировки или игры. Часто требуется коррекция объема и интенсивности нагрузки в зависимости от состояния спортсмена, погодных и климатических условий (жаркая или, наоборот, слишком холодная погода, высокая влажность, пребывание в условиях средне- или высокогорья).

На протяжении последних десятилетий проводились серьезные научно-исследовательские работы по оценке изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время и после совершения того или иного вида физической нагрузки. Эти исследования продемонстрировали определенную закономерность изменений ЧСС в зависимости от степени восстановления организма после перенесенной физической нагрузки. Важнейшим показателем, дающим тренерам и врачам информацию о функциональном состоянии, является вариабельность сердечного ритма. Целенаправленные исследовательские работы были проведены в области спортивной и клинической медицины, о чем свидетельствуют многочисленные научно-практические публикации.

Вариабельность сердечного ритма определяется при длительной записи (около 4-5 минут) электрокардиограммы с последующим автоматическим измерением R-R интервалов. Чем сильнее различие между соседними R-R интервалами, тем больше вариабельность сердечного ритма. Известно, что вариабельность сердечного ритма уменьшается по мере увеличения частоты сокращений или возрастания интенсивности физической нагрузки. Чем больше значение ЧСС, на которой исчезает вариабельность сердечного ритма, тем лучше текущее функциональное состояние спортсмена. В таком состоянии спортсмен способен без ущерба для своего здоровья преодолеть физическую нагрузку повышенной интенсивности и/или продолжительности. Наоборот, если вариабельность ритма исчезает на значительно меньших значениях ЧСС, то у спортсмена имеется определенная степень напряжения центральных регуляторных механизмов, что связано с имеющимся физическим или психологическим перенапряжением. В таком состоянии не рекомендуется проведение продолжительных или интенсивных занятий, а тем более участие в играх или соревнованиях.

***Таким образом, реализованный в программе «Омега-С» вариационный анализ кардиоритмограммы обеспечивает получение информации о состоянии текущей тренированности спортсмена.***

Однако ясно, что этой информации не достаточно для планирования тренировочного процесса на перспективу. В ней нет сведений о ключевой характеристике колебательного процесса – сбалансированности метаболических реакций (аэробных и анаэробных).

## 7. Особенности программы «Омега - С».

Извлечение сущностной информации из анализируемой кардиоритмограммы возможно только при использовании геометрического подхода. Методика построения хаосграмм, с последующей количественной их оценкой, является приоритетной и разработана ЦБМ «Динамика». Вместе с вариационным анализом, дающим представление о степени тренированности, нейродинамический анализ позволяет определить уровень ресурсов регуляции, благодаря которым поддерживается тот или иной уровень текущей тренированности. По-существу, речь идет о сбалансированности метаболических процессов, лежащих в основе любого регуляторного акта. Следовательно, скрытые нарушения в соотношении аэробных и анаэробных процессов лишь спустя какое-то время найдут отражение в снижении показателей текущей тренированности.

***Результаты нейродинамического анализа кардиоритмограммы содержат в себе прогноз изменений спортивной формы, позволяющий оперативно скорректировать тренировочный процесс и не допустить снижения уровня готовности спортсмена.***

Другой отличительной чертой «Омега-С» является оценка психоэмоционального состояния через результаты картирования биоритмов мозга. Возможность такого анализа обусловлена сопряженностью любых ритмических процессов в организме, в частности сердечных и мозговых. Учитывая нереальность их рассогласованного протекания в организме, а также разную скорость их реализации была практически впервые осуществлена (патент ЦБМ «Динамика») идея перехода от одного ритмического процесса к другому. Для этого результаты нейродинамического анализа кардиоритмограммы были перенесены в область частот альфа-ритма мозговой активности, получен управляющий биоэлектрический мозговой сигнал, который с помощью известной нейродинамической методики и был обработан. На выходе оказалось возможным получить очень точную информацию (ведь сигнал искусственно синтезирован) о состоянии психоэмоциональной устойчивости, ее резервах, а, следовательно, и прогнозируемых изменениях.

Третья важная особенность комплекса «Омега-С» — оценка уровня общей адаптации и степени гармоничности сопряжения всех ритмических процессов, реализованная во фрактальном анализе биоритмов организма. Подоплека возможности такой оценки заключена в неизбежности упорядоченного протекания всех ритмограмм. А раз так, то вполне реализуемо графическое и цифровое определение качества данного процесса. Очевидно, что высокой спортивной форме должна соответствовать высочайшая степень согласованности протекания всех ритмограмм в организме. Напротив, состоянию перетренированности (в зависимости от степени выраженности) будет сопутствовать нарастающая рассогласованность ритмических процессов. Поэтому оценка уровня общей адаптации вполне коррелирует с уровнем гармоничности сопряжения всех ритмических процессов и может быть отнесена к прогнозным оценкам высшего системного порядка.

Четвертая, заключительная особенность, возможность динамического сравнения показателей: текущей тренированности, ресурсов регуляции, психоэмоционального состояния, общей адаптации при линейном их сопоставлении. Кроме того, в программу специально введен интегральный показатель спортивной формы, являющийся средним по отношению ко всем перечисленным выше параметрам. Такая возможность позволяет тренеру и врачу оперативно сравнивать данные функционального состояния спортсмена за длительные периоды времени (неделю, месяц, подготовительный период, соревновательный период, сезон). Помимо этого расчет среднего показателя спортивной формы предусматривает также возможность построения графика суточных изменений. Он позволяет прогнозировать изменение показателя спортивной формы на сутки вперед, выявлять индивидуальные особенности протекания ритмических процессов, а значит правильно планировать распределение физических нагрузок, лечебно-оздоровительных и иных мероприятий, требующих учета индивидуального фактора.

***Все перечисленные особенности впервые в практике спортивной физиологии дают возможность выстроить логичную, стройную, функционально и математически обоснованную систему оценки спортивной формы (текущей и будущей) лиц профессионально занимающихся различными видами спорта.***

Если попытаться схематически представить структуру и возможности программы «Омега-С», то выглядеть это будет так:



Приведенная схема дает ясное представление о коренных отличиях предлагаемой программы от существовавших ранее. В лучших своих вариантах реализации оценка вариабельности сердечного ритма не способна дать прогнозную информацию о характере будущих изменений спортивной формы. Она может дать представление лишь о текущей тренированности, но подобных сведений очевидно недостаточно для принятия управляющего решения, направленного на корректировку тренировочного процесса.

## 8. Общая последовательность действий в работе с программой «Омега - С».

Приступая к просмотру сделанной записи необходимо четко представлять себе цели исследования. Они могут в значительной степени варьировать. Например, может потребоваться оценка только уровня текущей тренированности спортсмена или психоэмоционального состояния накануне старта. Могут возникнуть проблемы в оценке адекватности физических нагрузок текущему уровню тренированности или потребоваться сопоставить уровни спортивной формы сегодня, и скажем в прошлом сезоне или в подготовительный период. Другой вопрос, который может возникнуть, – способствуют ли те или иные физиотерапевтические или медикаментозные воздействия возрастанию показателей спортивной формы? и т. д. Перечень вопросов, возникающих по ходу тренировочного процесса, велик и предложенным списком отнюдь не исчерпывается.

Алгоритм работы с записью будет определяться самим исследователем, а потому целесообразно рассмотреть вариант, при котором анализируются все аспекты программы. Последовательность ходов при стандартном подходе будет выглядеть так:

1. оценка динамики показателей функционального состояния,
2. оценка результатов вариационного анализа кардиоритмограммы,
3. оценка результатов нейродинамического анализа кардиоритмограммы,
4. оценка результатов картирования биоритмов мозга,
5. оценка результатов фрактального анализа биоритмов организма.

Чем диктуется данная последовательность действий? В первую очередь движением от простого к сложному или от оценки текущего состояния к прогнозным изменениям системы в целом. Необходимость первичного просмотра динамических показателей диктуется с одной стороны техническими проблемами, а именно, контролем качества записи, т.к. в некорректно снятой ритмограмме этот режим просмотра не работает. С другой стороны, необходимостью сравнивать текущую запись с предыдущими. В ходе дальнейшего анализа сначала оценивается уровень текущей тренированности, а затем прогноз ее изменений во всех аспектах. Рассмотрим теперь отдельные элементы алгоритма и особенности их применения на практике.

## 9. Оценка динамики показателей функционального состояния.

Первый шаг в реализации плана комплексного заключения о состоянии спортивной формы обследуемого, представляется весьма важным и вот по каким причинам.

Во-первых, сводный индекс, оценивающий текущее состояние спортивной формы и представленный здесь, является единственным интегральным показателем, позволяющим кратко (хотя и приблизительно) обобщить весь анализируемый массив данных.

Во-вторых, на эту «страницу» выведены все 4 основных характеристики функционального состояния, рассматриваемые более подробно ниже. Необходимо учесть, что «пробирки» диаграммы под литерами А, В, С, и D содержат информацию соответствующих разделов с индексом 1. Исключение составляет столбец А, где представлена обобщающая информация из раздела фрактальный анализ.

В-третьих, возможность динамического сопоставления представленных здесь данных позволяет точно оценивать направление и степень изменения анализируемых показателей на протяжении любых отрезков времени.

В-четвертых, только здесь представлен график суточного прогноза изменения сводного показателя спортивной формы, который тем устойчивее и точнее, чем больший массив данных накоплен.

Динамическое сравнение параметров функционального состояния позволяет ориентировочно ответить на вопрос в чем главная проблема обследуемого? Например, «отпадают» (расположены ниже остальных) кривые оценивающие показатели С и D. В этом случае можно говорить о неблагоприятном общем прогнозе изменения пока еще высокого показателя текущей тренированности (В), за счет снижения резервов регуляции и психоэмоционального статуса обследуемого. Другой вариант, снижен только показатель текущей тренированности, при сохранении других параметров на более высоком уровне. Здесь можно обнаружить факт внешней «перегруженности» организма (избыточная физическая нагрузка или недостаток кислорода во вдыхаемом воздухе, к примеру). Синхронное снижение всех показателей относительно стабильного среднего уровня, включая и общую оценку адаптации (А), тревожен тем, что свидетельствует о серьезной степени перетренированности или возможном нарушении режима или болезни.

Весьма интересна и интерпретация графика суточного прогноза. С медицинской точки зрения график отражает характер изменения уровней основных гормонов, а крайние его точки клинически соответствуют их максимальным (провалы на графике) и минимальным (подъемы на графике) среднесуточным значениям. В частности, утренний минимум на графике (9 или 6 часов утра) совпадает с кортизоловым пиком, дневной (около 15 часов) с инсулиновым, а вечерний (21 или 23 часа) с соматотропин-пролактиновым. Если же иметь в виду спортивную физиологию, то оптимальное колебание основных гормонов обеспечивает поддержание на должном уровне показателей спортивной формы. А потому график суточного прогноза позволяет, во-первых, сказать к какому типу людей (совы или жаворонки) принадлежит обследуемый. Во-вторых, на каком уровне спортивной формы в момент обследования находится испытуемый (относительно суточных ее колебаний). В-третьих, когда наиболее функционально оправдано повышение нагрузок, максимально эффективно проведение оздоровительных или лечебных мероприятий. В-четвертых, находится ли обследуемый под действием экстремальных стимулирующих воздействий (сглаженная или плоская кривая). Все перечисленные моменты очень важны и позволяют тренеру и врачу, при правильном прочтении грамотно выстраивать как тренировочный, так и лечебно-профилактический процесс.



Заключение по результатам динамической оценки дается в пяти вариантах градации. Первое и второе – *функциональное состояние отличное и хорошее*, являются наилучшими. Четвертое и пятое – *функциональное состояние неудовлетворительное и очень плохое*, отражают либо возрастание степени перетренированности, либо нарушения режима, либо развитие болезни. Третье – *функциональное состояние удовлетворительное*, является переходным между двумя названными группами. Хотя первая оценка является наилучшей, представляется необходимым добиваться удержания показателей во второй градации, как оптимальной с физиологических позиций.

## 10. Оценка результатов вариационного анализа кардиоинтервалогаммы.

Учитывая достаточно широкую распространенность этого вида анализа ритмограммы сердца в практике спортивной физиологии нет смысла подробно останавливаться на значении отдельных расчетных показателей (их можно найти в специальной литературе). Общий замысел данной программы сводится к оценке двух важнейших параметров, представленных в диаграмме этого окна.

Первый (показатель В1) - соотношение симпатических и парасимпатических влияний, как отражение сбалансированности воздействия на синусовый узел сердца со стороны вегетативной нервной системы.

Второй (показатель В2) - вклад в развитие этого баланса (дисбаланса) более высоко расположенных уровней системной регуляции.

В проводимых на протяжении нескольких десятилетий специальных исследованиях была доказана связь между результатами статистического вариационного и спектрального анализов кардиоритмограммы с уровнем тренированности спортсменов. В частности были выделены два вида перетренированности: симпатическая и парасимпатическая. Первый тип чаще наблюдался у молодых спортсменов, спринтеров и в силовых видах спорта. Вторым был типичен для занимающихся в видах спорта на выносливость. Предпринимались многочисленные, и вполне удавшиеся, попытки количественно описать уровни текущей тренированности с помощью представленных способов обработки ритмограммы. Однако удовлетворительного прогнозирования на основании расчетных показателей получить не удалось. В программу «Омега – С» заложена иная идеология. Результаты, полученные на этом этапе исследования используются только для оценки текущей тренированности и уровня сбалансированности влияний ВНС на сердце, а вся прогнозная информация извлекается на последующих стадиях обработки ритмограмм.

Рассмотрим наиболее типичные случаи изменения диаграмм. Показателям В1 и В2 от 60% и выше соответствует заключение - *тренированность организма максимальная или оптимальная*, это варианты нормы. Возможна асимметричная картина (В1 низкий, а В2 высокий), при которой следует предполагать внешние перегрузки организма (в основном по симпатическому варианту на фоне роста ЧСС) не затрагивающие более высоко расположенные уровни регуляции. При симметричном снижении обоих параметров, допустимо говорить о внутренних причинах происходящего, что находит свое отражение в заключении, – *тренированность организма снижена или низкая*. Промежуточному варианту изменений соответствует заключение, – *тренированность организма недостаточна*.

*Оценка динамических изменений показателей тренированности опирается на следующую закономерность: симметричный рост и снижение в этом варианте анализа свидетельствуют о заинтересованности в этих процессах глубоких метаболических сдвигов (изменение соотношения аэробных и анаэробных процессов).*

Для специалистов глубоко интересующихся проблемами вариационного анализа предусмотрена возможность работы с отдельными расчетными показателями, вынесенными в пояснительное заключение.

## 11. Оценка результатов нейродинамического анализа кардиоинтервалаграммы.

Это наиболее важная часть программы, позволяющая выстраивать прогноз изменений уровня текущей тренированности и предсказывать направление дрейфа интегрального показателя спортивной формы. Кроме того, она является отправной точкой для синтеза ритмограммы мозговой активности и оценки психоэмоционального состояния.

Возможность получения такой ценной информации обусловлена применением метода «фрактальной нейродинамики» к анализу кардиоритмической активности. При этом с помощью геометрического анализа нелинейных хаотических колебаний достигается высший уровень оценки существенных характеристик исходного ритмического процесса. Именно поэтому главным показателем здесь является ресурс регуляции (своеобразный запас прочности), обеспечивающий поддержание на должном уровне текущей тренированности спортсмена. В свою очередь ресурсы регуляции обусловлены определенным балансом метаболических процессов, лежащих в основе любой колебательной активности живой биологической системы.

**Следовательно, неперенным условием поддержания высокой спортивной формы является оперативный контроль за уровнем ресурсов регуляции организма, в основе которых лежит определенный баланс метаболических процессов жизнеобеспечения. Снижение ресурсов неизбежно ведет (спустя 1-3 недели) к глубокому падению уровня тренированности и, в целом, к снижению всех параметров характеризующих спортивную форму.**

Важнейшим элементом оценки качества ресурсов регуляции является гистограмма нейродинамических кодов. В норме большинство кодов должно располагаться в «желтом» и «зеленом» секторах, перетекая из одного в другой по мере изменения ресурсов регуляции (высокий показатель С1). Появление и увеличение доли кодов в «красном» секторе свидетельствует о начальных признаках скрытой перетренированности. При этом показатель ресурсов регуляции (С1) начинает заметно снижаться. Это является отправной точкой процесса перетренированности, который при сохранении и развитии описанной тенденции, неминуемо приведет к падению показателя текущей тренированности. ***За наилучшие величины этого показателя следует признать те, которые соответствуют оценке, – ресурсы регуляции организма оптимальны.***

Другой стороной регуляции будет ее цена (показатель С2) или энергетический (метаболический) баланс биохимических процессов ее обеспечивающих. Это наиболее сложная сторона проблемы, выходящая далеко за рамки спортивной проблематики, и являющаяся ключевым вопросом всей современной медицины. Принципиально возможны два варианта конфигурации диаграммы. В одном случае высокому показателю С1 соответствует низкий (и даже нулевой) показатель С2, а в другом высокому показателю С1 соответствует высокий показатель С2. Оба варианта отражают разный уровень сопряжения аэробных и анаэробных процессов. Первый вариант характерен для ситуации резкого превалирования кислородной составляющей метаболического цикла, высокой скорости обменных процессов. Вот почему все показатели баланса (объем пирамиды, в частности) очень малы. Второй вариант, напротив, говорит о высокой сопряженности кислородных и бескислородных способов получения энергии. Все показатели баланса в этом случае очень высоки, а, следовательно, скорости обменных процессов малы. Оба варианта равно благоприятны для поддержания высокого уровня ресурсов регуляции организма, однако, со спортивной точки зрения первый вариант представляется несколько более предпочтительным.

Здесь, также как и при других вариантах анализа, заключения даются в 5 вариантах градации. Два первых – ***ресурсы регуляции организма максимальны и оптимальны***, являются наилучшими. Два последних наихудшими – ***ресурсы регуляции организма снижены или низкие***. При этом можно говорить об устойчивых признаках скрытой перетренированности. Последнее заключение – ***ресурсы регуляции организма недостаточны***, является переходным.

## 12. Оценка результатов картирования биоритмов мозга.

Возможность искусственного синтеза управляющего сигнала мозга обусловлена неизбежной сопряженностью всех ритмических процессов в организме. Учитывая то, что скорость их протекания в сердце и мозге различна, разрешение данной коллизии происходит лишь при переносе ре-

зультатов нейродинамической обработки ритмограммы сердца в область частот альфа-ритма мозга, т.е. при нормировании этих процессов. Последующее картирование биоритмов осуществляется по той же схеме, что и для сердца.

***В результате, впервые в практике, реализована возможность объективного анализа мозговой деятельности без снятия электроэнцефалограммы.***

Как следствие появляется технически простой способ оценки психоэмоционального статуса и его резервов в комплексе с другими показателями, характеризующими спортивную форму. Качественное совпадение с результатами традиционного ЭЭГ обследования подтверждается данными лаборатории психофизиологических исследований НИИ им. В.М.Бехтерева под руководством проф. В.Б.Слѣзина. ***Важнейшей чертой данной программы, таким образом, становится объективный учет изменений эмоционального состояния спортсмена на фоне тренировочных нагрузок.***

В принципиальном плане анализ и его результаты очень похожи на те, что продемонстрированы в предыдущем разделе программы. В частности, показатель психоэмоционального состояния (D1) коррелирует с изменениями показателя ресурсов регуляции (C1), а показатель резервов устойчивости (D2) с показателем энергетического баланса (C2). С другой стороны отмечаются и некоторые отличия. Не только при физических нагрузках повышается стрессонапряженность, но и при эмоциональных, которые не обязательно связаны с тренировочным процессом. Расхождение между указанными параметрами может быть квалифицировано как:

а) не связанное с перетренированностью, если показатели C1 и C2 много выше, чем D1 и D2 (что впрочем бывает редко);

б) связанные с физическими перегрузками, если эти изменения происходят синхронно, и к тому же затрагивают показатель текущей тренированности (B1).

Следует особо подчеркнуть опережающий характер получаемой информации. Это означает, что результаты картирования биоритмов мозга не обязательно совпадают с субъективной оценкой спортсмена в момент обследования. Необходимо учитывать и то, что нагрузка на аппарат регуляции суммируется в результате воздействия, как факторов тренировочного процесса, так и посторонних причин. При этом выраженность последних может значительно превысить размер тренировочных нагрузок и привести к перетренированности на фоне относительно малых физических воздействий

Заключения строятся аналогично представленным выше в 5 градациях. Первые три – ***психоэмоциональное состояние максимально стабильное, оптимальное и минимально стабильное***, могут быть отнесены к вариантам нормы. Два последних – ***психоэмоциональное состояние нестабильное и максимально нестабильное***, свидетельствуют о развитии стрессовой реакции разной степени остроты.

### **13. Оценка результатов фрактального анализа биоритмов организма.**

Заключительная часть программы оценивает качественную сторону общей адаптации и гармоничность показателей спортивной формы. Это интегральное понятие показывает, насколько оптимально сопряжены *все* ритмические процессы в организме.

**Если попытаться определить место «фрактального портрета» в системе всесторонних оценок спортивной формы, то максимально точной следует признать формулировку, что это сопоставление всех достигнутых результатов тренированности (как текущих, так и прогнозируемых) с ценой которую платит организм за достижение этих показателей.**

Особую ценность представляет этот анализ при воздействии на организм внешних стимуляторов разной силы. Одни из них, такие как: алкоголь, курение, наркотические средства являются посторонними для организма и не вписываются в правильную организацию ритмической активности. Как следствие резкое снижение согласованности биоритмов и ухудшение картины «фрактального портрета». Другие вещества, например гормоны, естественно присутствуют во внутренних средах организма и могут резко «улучшать» согласованность биоритмов при определенных обстоятельствах. В обоих случаях это достаточно легко заметить. Если в первом варианте резко падают и все остальные показатели спортивной формы, то во втором напротив улучшение качества «фрактального портрета» не всегда подкрепляется ростом других параметров тренированности.

При отсутствии внешней стимуляции эта оценка показывает насколько достигнутый уровень тренированности соответствует возможностям организма. Если индекс «фрактального портрета» выше остальных показателей (значение А больше, чем В, С, D), то это свидетельствует о «невыбранном» потенциале роста спортивной формы. Если наоборот или равен, то в данных обстоятельствах максимум спортивной формы уже набран. Разумеется, речь в этих случаях идет об индексах первых трех градаций.

#### **14. Возможности комплексного использования системы «Омега-С» для ежедневного обеспечения тренировочного процесса.**

Описанный выше стандартный алгоритм работы с предлагаемой программой позволяет решать разнообразные спортивные проблемы.

Первый уровень знакомства с системой предполагает использование комплекса периодически для конкретных текущих нужд, таких как: оценка уровня перетренированности тех или иных спортсменов, контроль реабилитационных или лечебных мероприятий, выявление нарушителей спортивного режима, скрининг спортивной формы команды и т.д. На этом этапе практического применения «Омега-С» требуется время и небольшой опыт, который может быть наработан в течение нескольких месяцев систематического использования комплекса.

Второй уровень комплексного применения предлагаемой программы для постоянного контроля тренировочного и/или медицинского обеспечения существенно более сложен и требует учета всех особенностей организации спортивного процесса. По нашему мнению комплекс может стать ядром учебно-методического обеспечения тренировочного процесса на всех его этапах, начиная от подготовительного и вплоть до завершения соревновательного периода. При этом может быть обеспечен гибкий контроль за состоянием спортивной формы, не допускающий ее «провального» снижения с высоким риском случайной травматизации спортсменов. Технически возможно получение ежедневной информации о состоянии спортивной формы как отдельных игроков, так и команды в целом. В этом случае резко возрастает уровень оперативности реагирования на малейшие изменения текущей тренированности, как всей команды, так и отдельных спортсменов. Достаточно велики и чисто медицинские возможности системы. Так своевременный контроль любых текущих лечебно-восстановительных мероприятий позволяет максимально уменьшить избыточное физиотерапевтическое или медикаментозное воздействие на спортсмена с учетом его индивидуальных функциональных возможностей. А это в свою очередь позволит сократить сроки реабилитации после травм, болезней или иных неблагоприятных воздействий.

Грамотное применение перечисленных возможностей может стать результатом, как самостоятельного освоения комплекса, так и использования научно-методической поддержки Фирмы «Омега».

##### **Список рекомендованной литературы:**

1. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем.//М., Наука, 1980, 196 с.
2. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития.//М., Наука, 1982с.
3. Баблюяц А. Молекулы, динамика, жизнь. Введение в самоорганизацию материи.//М., Мир, 1990, 293 с.
4. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии.//М., Медицина, 1979., 256 с.
5. Бехтерева Н.П. Здоровый и больной мозг человека.//Л, Наука, 1980, 208 с.
6. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма.//Ростов на Дону, ИРУ, 1990, 223 с.
7. Дубровский Д.И. Проблема нейродинамического кода психических явлений.//Вопр. Философии, 1975, №6.
8. Кондрашова М.Н. Регуляция дыхания митохондрий при условии воздействия на клетку. Биофизика, 1970 т.15.
9. Охнянская Л.Г., Мишин В.П. О роли колебательных и волновых процессов в жизнедеятельности организма. В кн.: Физиологическая кибернетика. М, 1981, с.32-33.
10. Поленов А.Л. Общий принцип гипоталамической нейроэндокринной регуляции защитно-приспособительных реакций организма. В кн.: Эндокринная система организма и токсические факторы внешней среды. Л., 1980, с.272-285.
11. Саркисов Д.С. Об антагонистической регуляции функций, как важнейшем механизме поддержания гомеостаза. Клин. мед., 1990, Т.68, №8, с.7-12.
12. Слэзин В.Б., Калер Х., Подпорин А.Г. Попытка осмысления психологических структур личности с физиологических позиций. Обзор психиат. и мед. психол., 1998, №2, с.32-35.
13. Смирнов К.Ю. Принципы дискретной нейродинамики и их применение для анализа биофизических сигналов.//В кн.: Телемедицина. Новые информационные технологии на пороге 21 века. Гл. 5. С.-П., РАН, 1998, с.194-206.

14. Ухтомский А.А. Параметры физиологической лабильности и нелинейная теория колебаний. Собр. соч.-Т.2,Л.:АН СССР,1951,с.160-167.