

## Раздел IV. Методы и средства компьютерной стабилографии

УДК 612.76

С.С. Слива, И.В. Кондратьев, А.С. Слива

### ОТЕЧЕСТВЕННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СТАБИЛОГРАФИЯ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Признанным лидером в развитии методов и средств компьютерной стабилографии в России с 2001 г. стало ЗАО «ОКБ «РИТМ» (г. Таганрог). Именно в этом году этому предприятию впервые в России был выдан сертификат соответствия на компьютерный стабиллоанализатор с биологической обратной связью «Стабилан-01» и право на его серийный выпуск. При этом удалось не только ликвидировать отставание от зарубежных аналогов на 10–15 лет, но по целому ряду показателей даже опередить их [1]. Прежде всего, по техническим показателям, по которым «Стабилан-01–2» отличается:

- самый большой диапазон оценки координат центра давления (ЦД):  $\pm 200$  мм от центра стабиллоплатформы, что позволяет снять ограничения в установке стоп испытуемого;
- самый большой диапазон «центрирования» – совмещения математического ожидания ЦД с центром осей координат **по всему полю регистрации**;
- малая погрешность геометрической оценки координат, фактически **0,2–0,5 %** при допуске в технических условиях 1 %;
- самый малый временной дрейф в оценке координат, **0,3 мм/час**, что на порядок меньше в сравнении с большинством зарубежных аналогичных показателей;
- самая высокая собственная частота стабиллоплатформы: **500 Гц** без присоединенной массы и **30 Гц** с присоединенной максимальной массой;
- самая высокая разрешающая способность: **0,01 мм**;
- возможность билатеральных стабилографических исследований при использовании двух стабиллоплатформ;
- возможность встраивания в стабиллоплатформу дополнительных каналов для синхронной регистрации со стабиллограммами: пульсограммы, периметрического дыхания, кистевой и стеновой силы, огибающих миограмм по четырем отведениям;
- возможность регистрации веса испытуемого и баллистограммы, что оказалось весомым при исследовании стрелков.

Для зарубежных и отечественных аналогов приоритетным в разработке программно-методического обеспечения является оценка нарушений опорно-двигательного аппарата человека и реабилитация этих нарушений, тренировка устойчивости человека, например, в гериатрии для снижения вероятности падения и переломов тазобедренных суставов, простые варианты использования с выраженным положительным результатом. Отдавая должное целесообразности такого подхода, в развитии программно-методического обеспечения стабиллоанализатора «Стабилан-01» задачи ставятся шире и охватывают дополнительно такие области, как:

- психофизиологическое обеспечение всех транспортных и энергетических предприятий для оперативной оценки психофизиологического состояния человека в предрейсовом и предполетном контроле;
- оценка предсменной готовности лиц, чья профессия связана с повышенными

#### Раздел IV. Методы и средства компьютерной стабилографии

требованиями к человеческому фактору, например, бойцов ОМОНа и МЧС, диспетчеров на транспорте, операторов атомных электростанций и т.п.;

- психологические исследования, включая анализ латеральной асимметрии мозга испытуемого, определение психотипа и т.п.;
- экспертиза трудоспособности, профориентация, профотбор и профпригодность в спорте, промышленности и в военном деле;
- психофизиологические исследования в экологии, в которых компьютерная стабилография позволяет повысить оперативность и объективность контроля влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье человека;
- диагностика и реабилитация нарушений двигательных функций и функции равновесия в неврологии, оториноларингологии, ортодонтии и мануальной терапии;
- подбор лекарственных средств с целью повышения эффективности лечения, а также оценка динамики лечения, включая санаторно-курортное лечение;
- в различных видах спорта для научных исследований, оперативного контроля функционального состояния спортсмена и оценки статодинамической устойчивости в процессе тренировок, специального тренинга для развития функции равновесия;
- оперативная оценка состояния здоровья учащихся школ и профессионально-технических училищ, студентов вузов для раннего выявления отклонений и принятия своевременных оздоровительных мероприятий;
- подбор корректирующих стелек, протезов и вспомогательных средств опоры в ортопедии;
- коррекция нарушений речи в логопедии;
- фундаментальные исследования в физиологии, психологии и биомеханике.

Французской ассоциацией постурологии в 1985 г. были разработаны «Нормы–85». В них достаточно четко сформулированы требования к техническим характеристикам компьютерных стабилографов и к реализации методик исследований. Многие в них можно оправдать с учетом состояния вычислительной техники и возможностей схемотехники на тот период.

Прошло более 20 лет, и ряд положений этих «Норм» требует корректировки. Попытка была сделана в конце 2007 г., но не увенчалась успехом. Поэтому разработчики компьютерных стабилографов в Европе давно стоят на месте.

Разработчики ЗАО «ОКБ «РИТМ» подошли к «Нормам–85» творчески, что и обеспечило отрыв от зарубежных аналогов. Прежде всего, за счет использования частоты дискретизации стабилограмм в 50 Гц, вместо 5 Гц, согласно требованиям французских «Норм». Это позволило под руководством д.м.н., профессора В.И. Усачева разработать и широко использовать векторный анализ статокинезиграмм [2]. Показатель качества функции равновесия (КФР) лег в основу методики экспресс-оценки функционального состояния при допусковом контроле, оценке динамики лечения, подбора лекарственных средств и в ряде других методик.

До сих пор вызывает споры, какая установка стоп испытуемого на стабиллоплатформу все-таки правильнее: «европейская» или «американская». В методиках, реализуемых с помощью стабиллоанализатора «Стабилан–01» практически отказались от жестких требований к установке стоп испытуемого. Основной была принята «свободная» стойка, в которую испытуемый становится не задумываясь, естественно для себя. Это существенно упростило стабиллографические исследования.

Тем не менее наметился ряд вопросов, требующих коллегиального обсуждения активных пользователей компьютерных стабилографов. Это, прежде всего, обилие стабиллографических показателей. Так, в программно-методическом обеспечении стабиллоанализатора StabMed 2 вычисляются различные показатели, общее число их достигло 53:

- показатели в соответствии с «Нормами–85», так как с них начали;
- новые показатели на основе векторного анализа статокинезиграмм;
- показатели спектра стабилотраграмм.

При реализации стабилотрафических тестов используется еще около 100 специфических показателей, а для оценки эффективности тренажеров введено дополнительно более 50 своих показателей.

Такое количество показателей не расширяет возможности исследований, а сдерживает их. Срочно требуется их оптимизация по значимости и количеству.

Сотрудником отдела компьютерной стабилотрафии канд. техн. наук Беляевым В.Е. в одной из публикаций [3] было показано, что вычисление площади статокинезиграммы, представленной для упрощения эллипсом, включающим 90 % ее отсчетов в «Нормах–85» приведена формула вычисления такого эллипса на основании некорректного математического допущения. Однако, при вычислении, например, показателя Ромберга, определяемого отношением площадей эллипсов статокинезиграмм, приходится пользоваться рекомендациями «Норм–85», что позволяет использовать зарубежные нормативы для этого показателя. Но его значение не совпадает со значениями, вычисленными с использованием В.Е. Беляева. В итоге весьма серьезные исследователи вводятся в заблуждение, и возникает недоверие к правильности вычисления показателей вообще.

В статьях и рекламе компьютерных стабилотрафов часто вольно используются термины как стабилотметрия, так и стабилотрафия. Но вопрос этот не в определениях терминологии. **Стабилотметрия** предполагает процесс измерения, а следовательно, и метрологическое обеспечение средства измерения. На сегодня ни в России, ни за рубежом нет метрологически обеспеченных средств измерения траектории центра давления человека, стоящего на силокоординатной платформе, часто называемой стабилотраплатформой. Нет на сегодня соответствующих стандартов в отличие, например, от близких по сути средств измерения веса с помощью платформенных весов. **Стабилотрафия** обеспечивает регистрацию траектории центра давления и не требует метрологического обеспечения. Но проблема создания метрологического обеспечения в стабилотрафических исследованиях стоит уже достаточно остро.

«Стабилотанализатор» – основное определяющее слово в названии компьютерного стабилотрафа, выпускаемого ЗАО «ОКБ «РИТМ», дано специалистами Минздрава при сертификации в 2001 г. Некоторые активные пользователи в своих статьях называют его «статокинезиметр», поскольку в зарубежных журналах так называют подобные изделия. Все-таки комплекс следует называть своим именем.

Можно встретить в серьезных статьях, что компьютерный стабилотраф регистрирует проекцию центра масс, что не соответствует действительности. Стабилотраф регистрирует траекторию центра давления, оказываемого человеком на стабилотраплатформу. Связь с траекторией центра масс есть, но слишком не однозначная.

Необходимо реализовать возможность синхронизации процесса регистрации стабилотраграмм с внешними воздействиями и другими средствами регистрации физиологических сигналов. Эта задача в стабилотанализаторе «Стабилан-01» уже решена аппаратно и программно. Ставится задача сделать синхронизацию с внешними устройствами доступной каждому пользователю стабилотанализатора.

Компьютерный стабилотанализатор с биологической обратной связью «Стабилан-01» фактически стал мощным исследовательским комплексом. Но среди пользователей сегодня больше прагматиков с относительно узкими задачами, чем исследователей и разработчиков новых методик. Назрела необходимость создания стабилотрафов с конкретным узким целевым назначением, меньшими требованиями к компьютерной грамотности поль-

зователя и техническим показателям самого компьютера, а также упрощенным обслуживанием и более низкой ценой.

Такая работа ведется в ЗАО «ОКБ «РИТМ» с 2007 г. Проведены испытания первых опытных образцов стабилографов – тренажеров, ориентированных на реабилитацию нарушений опорно-двигательного аппарата, прежде всего в неврологии и нейрохирургии. Такой тренажер можно было бы выдавать больному на дом, что позволило бы ускорить процесс выздоровления.

С 2007 г. в ЗАО «ОКБ «РИТМ» начат серийный выпуск силомоментных кресел «Стабилан-01-3», а проще – очувствленных кресел, позволяющих оценивать двигательную активность человека в положении сидя, отработать методики ранней реабилитации больных инсультом и после нейрохирургических операций, оценивать психоэмоциональное состояние диспетчеров, брокеров и операторов сложных человеко-машинных комплексов в процессе профессиональной деятельности. Таким образом, наметилось новое направление в развитии методов и средств компьютерной стабилографии.

Начались публикации литературы по методам и средствам компьютерной стабилографии. В 2007 г. вышла монография д-ра. пед. наук, профессора РГУФК (г. Москва). Опубликовано пособие для врачей, в 2008 г. опубликована монография «Постурология», в переводе с французского, президента французской ассоциации постурологов Пьера Мари Гаже.

Назрела острая необходимость проведения школ-семинаров по обмену опытом по таким направлениям, как:

- неврология, нейрохирургия и логопедия;
- педагогика, включая коррекционную;
- спорт высших достижений и оздоровительный спорт;
- психофизиологическое обеспечение транспорта и энергетических предприятий;
- курортология.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Слива С.С.* Отечественная компьютерная стабилография: технический уровень, функциональные возможности и области применения // Журнал «МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА». – Вып. 1, январь-февраль. – М.: Медицина, 2005. – С. 32–36.
2. Патент на изобретение № 2165733 РФ, МКИ А 61 В 5/130, 5/00. Способ оценки общего функционального состояния человека / И.В. Кондратьев, Г.А. Переяслов, С.С. Слива, В.И. Усачев. – № 99105091; Заявлено 15.03.99; Опубли. 27.04.2001, Бюл. № 12, Приоритет 15.03.99. – 8 с.
3. *Беляев В.Е., Кононов А.Ф., Слива С.С.* Подходы к оценке площади статокинезиграммы в стабилографии // Материалы I Международного симпозиума «КЛИНИЧЕСКАЯ ПОСТУРОЛОГИЯ, ПОЗА И ПРИКУС». – СПб., 2004. – С. 81–86.

УДК 612.76

**В.И. Доценко**

#### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ СТРАТЕГИИ СОСУЩЕСТВОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА С ГРАВИТАЦИОННЫМ ПОЛЕМ ЗЕМЛИ**

В настоящей статье приведены сведения, обосновывающие необходимость комплексного изучения связанных между собой процессов жизнедеятельности человека – удержания вертикальной позы, текущего обеспечения многообразных глазодвигательных реакций и произвольных локомоций. Объединяющим свойством этих непохожих друг на дру-