БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра ЭТТ

РЕФЕРАТ

На тему:

"СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ТЕРАПИИ С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ"

МИНСК, 2008

В настоящее время для управления функциями живого организма стали широко применять термин "биологическая обратная связь" (БОС). Понятие БОС используется для обозначения управления внутренними органами: активностью мышц, висцеральными и вегетативными функциями и другими проявлениями жизнедеятельности организма. Принцип обратной связи, как основы организации физиологических функции, разработан в виде развернутой теории функциональных систем, развитие которой позволяет дифференцировать различные обратные связи, участвующие в организации физиологических функций и по-новому подойти к созданию приборов на основе принципа обратной связи.

Для реализации методов и приложений БОС создаются два типа систем:

1. Автономные специализированные приборы, как правило, со слабой обратной связью (ОС).

Стационарные исследовательские приборы и терапевтические системы, снабженные средствами ввода физиологический сигналов, которые характеризуются сильной ОС.

Стационарная система БОС, как правило, представляет собой систему реального времени, настроенную одну из нескольких методик. Исходя из теории функциональных систем, принципы использования БОС для управления функциями организма должны учитывать следующие положения:

1. БОС должна быть ориентирована на полезный приспособительный результат и его прогнозировании в организме согласно теории функциональных систем.

При построении БОС необходимо учесть параметризацию результата в функциональной системе. Задаваемый с помощью БОС полезный результат в организме должен быть параметризован, т.е. должны быть сформированы сигналы для оценки полезного результата.

Необходимо учитывать несколько обратных связей, представленных в функциональной системе, различающихся временными и энергетических характеристиками в зависимости от уровня и параметров ОС.

Построение математической модели, учитывающей параметры входящих в БОС функциональных систем. Проверка соответствия модели исследуемому поведению.

Указанные принципы используются для построения медицинских электронных приборов с БОС. Принцип большинства приборов заключается в том, что некоторый физиологический параметр, недоступный для прямого сознательного восприятия, может быть измерен и преобразован в световой, звуковой и т.п. сигнал, воспринимая который, человек может сознательно управлять этим параметром. Другой разновидностью являются те приборы, в которых выбирается регулируемый физиологический параметр вне зависимости от того, какую роль он играет в естественной регуляции функций организма. Подобные приборы могут быть использованы для управления артериальным давлением - температурой конечностей, кожно-гальванической реакцией, уровнем кожного давления и т.д.

Идея использования биологической обратной связи в диагностических и терапевтических медицинских приборах имеет большую перспективу создания с ее использованием новых медико-технических технологий в диагностике, терапии и реабилитации нарушений в работе различных систем человеческого организма:

Сердечно-сосудистая система-регистрация частоты сердечных сокращений.

Нервная система - регистрация электрической активности мозга.

Дыхательная система - регистрация показателей функции дыхания.

Мышечная система - регистрация электрической активности мышц.

Биомеханическая система в динамике - регистрация скорости, ритма перемещения субъекта и т.д.

Комплексные системы - одновременная регистрация нескольких физиологических параметров.

В последнее время появляются новые области практического применения БОС. Разработаны приборы для управления функциями желудочно-кишечного тракта при различных заболеваниях, управлению неконтролируемой сознательно мышечной активностью (например, при параличах и различных нарушениях опорно-двигательного аппарата), для контроля за деятельностью сердечно-сосудистой системы (слежение за пульсом, измерение частоты сердцебиений), для регулировки дыхательной системы. В этих приборах регулируемый параметр непосредственно связан с полезным для организма результатом. Вхождение регулируемого с помощью БОС параметра в определенную функциональную систему организма, его непосредственная связь с жизненно-важными функциями организма, с полезным для организма результатом является важнейшим принципом успешности применения БОС и построения на ее основе новых приборов.

Рассмотрим приборы, в которых воплощены принципы обратной связи.

Многоканальное устройство биоэлектрического управления движениями человека предназначено для возбуждения каждой нервно-мышечной группы пациента пропорционально возбуждению соответствующей группы донора синусоидальными стимулирующими сигналами. На рис.1 приведена структурная схема этого устройства.

Устройство содержит цепь стимуляции, состоящею из электродов донора и стимулирующих электродов, усилителя биопотенциалов 1, интегратора 1, модулятора, один из входов которого соединен с генератором стимулирующего сигнала, а выход - с усилителем мощности, цепь обратной связи, состоящею из последовательно соединенных усилителя биопотенциалов 2 и интегратора 2.

Рисунок 1 – Структурная схема многоканального устройства биоэлектрического управления движениями человека.

Генератор стимулирующих сигналов

Модулятор

Блок сравнения

Интегратор 1

Усилитель биопотенциалов 1

Интегратор 2

Усилитель биопотенциалов 1

Электроды донора

Усилитель биопотенциалов 2

Фильтр НЧ

Фильтр ВЧ

Стимулирующие электроды

Выход цепи обратной связи соединен с одним из входов блока сравнения, к другому входу которого подключен выход интегратора цепи стимуляции, выход блока сравнения соединен с другим входом модулятора, а стимулирующие электроды соединены с выходом усилителя мощности через фильтр ВЧ и со входом обратной связи через фильтр НЧ.

Устройство работает следующим образом. Программный сигнал в виде электромиограммы, снятой с помощью электродов с нервно-мышечных групп донора через усилитель биопотенциалов 1, подается на интегратор 1, выполняющий усреднение электромиограммы нервно-мышечных групп донора во времени. Далее программный сигнал через блок сравнения поступает на один из входов модулятора. На второй его вход поступает стимулирующий сигнал, например, в виде синусоиды 5кГц от генератора стимулирующих сигналов. Назначение модулятора заключается в преобразовании стимулирующего сигнала так, что на его выходе появляется управляющий сигнал, по форме совпадающий со стимулирующим сигналом (синусоида 5кГц), но оп амплитуде пропорциональной величине среднего значения электромиограммы нервно-мышечных групп донора.

После модулятора через усилитель мощности и фильтр управляющий сигнал поступает стимулирующие электроды, наложенные соответствующие нервно-мышечные группы пациента. Назначение фильтра ВЧ (частота среза 3кГц) состоит в том, чтобы собственные шумы усилителя мощности не попадали в состав электромиограммы пациента. Вызванная электромиограмма нервно-мышечных групп пациента снята при помощи стимулирующий электродов, которые в данном случае выполняют функцию и отводящих электродов, через фильтр НЧ (частота среза 1кГц) и усилитель биопотенциалов 2 поступают на интегратор 2, выполняющий усреднение вызванной электромиограммы пациента во времени. От интегратора 2 цепи обратной связи усредненная электромиограмма нервно-мышечных групп пациента поступает на один из входов блока сравнения, на второй вход которого поступает усредненная электромиограмма нервно-мышечных групп донора (от интегратора 1). В блоке сравнения производится сравнение средних значений электромиограмма нервно-мышечных групп донора с вызванной электромиограммой соответствующих нервно-мышечных групп пациента, и сигнал рассогласования используется для коррекции одного или нескольких параметров управляющего сигнала. Таким образом, параметры управляющего сигнала автоматически изменяются так, чтобы в каждый момент времени возбуждение нервно-мышечных групп пациента было пропорционально возбуждению соответствующих нервно-мышечных групп донора.

В основе прибора 'Теплотрон" лежит предположение, что действие на человека пульсирующего потока теплого воздуха, направляемого на его кожу, будет сопровождаться положительной эмоцией, если параметры этого воздействия соответствуют ожидаемому положительному эффекту, созданному с помощью обратной связи от результата воздействие. Схема воздействия на человека приведена на рис.2.

Теплый воздух

Рисунок 2 – Схема тепловоздушного воздействия на человека

с помощью прибора "Теплотрон".

Прибор «Теплотрон»

Объект воздействия (человек)

Регулятор частоты пульсации и температуры воздуха

Изменение ЧСС и ЭЭГ

На спину испытуемого направляют пульсирующий поток тезиюго воздуха Частоту пульсации, а также температуру потока может регулировать как экспериментатор, так и испытуемый.

Процедуру тепловоздушного воздействия разделяют на два периода. Первый период основан на использовании БОС по положительному эмоциональному результату. Перед началом воздействия испытуемому дается следующая инструкция: "Тепловоздушное воздействие предназначено для релаксации - снятия избыточного нервно-эмоционального напряжения. Релаксация достигается в том случае, если это воздействие вызовет у Вас приятное ощущение тепла и комфорта Ваша задача в первом сеансе добиться приятного ощущения, подбирая температуру и ритм воздействия".

Первый сеанс заканчивался после того, как испытуемый сообщал о достижении приятного чувства комфорта Обычно испытуемому требовалось от 5 до 10 мин, чтобы, оценивая свои ощущения и пробуя несколько раз разные режимы воздействия, подобрать наиболее приятный. Таким образом, в первом сеансе у испытуемого формировался акцептор результатов действия, настроенный на получение положительной эмоции от тепловоздушного воздействия. При этом выбор параметров воздействия - температуры, интенсивности, ритма - оказался различным для каждого испытуемого.

Во втором сеансе экспериментатор сразу устанавливал выбранные испытуемым в первом сеансе параметры воздействия. Проверяли наличие у испытуемого приятной эмоции. До сеанса и после него измеряли частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление, частоту дыхания, а также регистрировали электроэнцефалограммы (ЭЭГ) с открытыми и закрытыми глазами во фронтальных и затылочных монополярных отведениях.

Прибор "Теплотрон", в котором применяется обратная связь по параметрам будущего результата, связанным с положительным эмоциональным настроем испытуемого, показал существенно более высокую эффективность в достижении релаксации и снятии нервно-эмоционального напряжения, чем эффективность других известных методов релаксации.

Электронное устройство гимнастических упражнений с ОС по биологическим факторам предназначено для обучения упражнениям и восстановления физической активности конечностей пациента путем ритмичных движений. Оно содержит один или несколько датчиков, прикрепленных к ступням или рукам пациента Датчики вырабатывают импульсные сигналы; когда тренируемые конечности прекращают движение в - заданном направлении. Для генерации музыкальных звуков, создающих ритм, используется электронный синтезатор звуков, содержащий блок управления ритмом. Импульсные сигналы, выработанные датчиками, подаются на блок управления ритмом для синхронизации музыкальных звуков с задаваемым ритмом выполняемых упражнений. Контроль за выполнением движений в заданном ритме осуществляется пациентом, который одевает наушники, воспроизводящие звук, подключенные к электронному синтезатору Структурная схема такого устройства показана на рисунке 3.

Блок управления ритмом

Музыкальный синтезатор

Наушники

Датчики, подключаемые к рукам или ногам пациента

Усилитель мощности

Рисунок 3 – Структурная схема электронного устройства гимнастических упражнений с ОС по биологическим факторам.

Методика исследования качественных и количественных характеристик усвоения воспроизведения темпа ритмического раздражителя, реализованная в приборе "Ритмотест" содержит возможность индикации количественной оценки каждого двигательного акта испытуемого в виде отклонения (пропорционального величине отставания или опережения) момента его действия от момента появления ритмического раздражителя. При формировании программы и акцептора действия используется не только информация о рассогласовании, получаемая при восприятии трудноразличимых интервалов между появлением раздражителя и действием испытуемого, но и дополнительная информация по каналу ОС, содержание которой прямо указывает испытуемому на необходимость корректировки его поведения: увеличение или уменьшение темпа его действий. В данном случае идея ОС позволяет поставить под контроль влияние восприятия рассогласования на поведение испытуемого. Различия в выполнении этого теста с ОС и без нее дает возможность получения принципиально новой информации об адаптивных возможностях пациента использовать получаемую им дополнительную информацию дня коррекции своего поведения на последующем кванте поведения. Возможность использования методики усвоения и воспроизведения темпа ритмических раздражителей для тренировки и развития двигательных навыков (например, у детей и лиц с нарушениями ВИД) с подключением канала ОС повышает эффективность использования этой методики за счет дополнительных возможностей коррекции темпа действий в соответствии с наблюдаемой величиной рассогласования. Другим примером использования ОС в приборе "Ритмотест" является режим воспроизведения запомненного темпа ранее предъявляемых сигналов. Если в этом режиме испытуемый воспроизводит темп, отличающийся от эталонного, но сигнал ОС соответствует "идеальному" воспроизведению с нулевым отклонением, то на фоне ритмических световых (звуковых) сигналов отмечается улучшение настроения и состояния испытуемых, что говорит о возможности использования такого типа процедур для восстановления функционального состояния при утомлении и т.п.

Таким образом, идея ОС на экспериментальной модели усвоения и воспроизведения темпа ритмических раздражителей позволила получить новое качество - применение этой методики для диагностики и тренировки адаптивных возможностей.

Наиболее проработанной областью применения БОС является стимуляция нервно-мышечных групп мышц, а также восстановление нормальной работоспособности сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы, нервной системы Метод электростимуляции является одним из эффективных методов восстановительной терапии. Он применяется при лечении наряду с другими методами терапии: массаж, лечебная гимнастика, медикаментозная терапия. В связи с этим наиболее целесообразным является разработка приборов электростимуляции различных групп мышц с биологической обратной связью.

Электростимуляторы с ОС. Под БОС понимается представление пациенту в наглядном виде состояния и динамики изменений каких-либо его физиологических параметров с целью их регулирования путем волевых усилий.

Биоуправление – это системы, в которых терапевтическое воздействие вырабатывается на основе параметров о физиологическом состоянии пациента, которые поступают по контуру ОС в реальном масштабе времени.

При биотехнической ОС считываются электрические характеристики биотканей и органов.

Система электростимуляции с биотехнической ОС. Процесс согласования параметров стимула с параметрами биообъекта очень важен при электростимуляции.

Рисунок 4 – Структурная схема устройства гимнастических упражнений с БОС по биофакторам.

# ЛИТЕРАТУРА

1. Системы комплексной электромагнитотерапии: Учебное пособие для вузов/ Под ред А.М. Беркутова, В.И. Жулева, Г.А. Кураева, Е.М. Прошина. – М.: Лаборатория Базовых знаний, 2000г. – 376с.
2. Электронная аппаратура для стимуляции органов и тканей /Под ред Р.И. Утямышева и М. Враны - М.: Энергоатомиздат, 2003.384с.
3. Ливенсон А.Р. Электромедицинская аппаратура.: [Учебн. пособие] - Мн.: Медицина, 2001. - 344с.