

УДК 681.5

СПОСОБ КОНТРОЛЯ УСПЕШНОСТИ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО БИОУПРАВЛЯЕМОГО ИГРОВОГО ТРЕНИНГА В БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ «XONIX»

Сурушкин М.А., Пятакович Ф.А., Макконен К.Ф.

**ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород
Белгород, Россия (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85) . e-mail:Surushkin@bsu.edu.ru**

Для увеличения эффективности биоуправления игровым тренингом разработан способ, основанный на фундаментальных принципах хронобиологии и использующий электрофизиологические сигналы в виде соотношения частоты пульса и дыхания. Значения частоты пульса и дыхания, полученные в процессе тренинга, отображаются на экране монитора, а их соотношение передается в игровой блок биотехнической системы в качестве управляющего параметра. Таким образом, реализуется метод информационного воздействия, заключающийся в визуальном оповещении пользователя о его текущем состоянии, а также метод ассоциативного воздействия, основанный на управлении игровыми алгоритмами по соотношению выбранных показателей.

Ключевые слова: мультипараметрическая биологическая обратная связь, биоуправляемый игровой тренинг.

WAY OF THE CHECKING TO SUCCESS MULTIPARMETER BIOCONTROL PLAYING TRAINING IN BIOTECHNICAL SYSTEM “XONIX”

Surushkin M.A., Pyatakovich F.A., Makkonen K.F.

**Belgorod State National Research University, Belgorod
Belgorod, Russia (308015, Belgorod, Pobeda, 85) e-mail:Surushkin@bsu.edu.ru**

For increase of efficiency of biomanagement playing training is designed way, founded on fundamental principles of chronobiology and using electrophysiological signals in the manner of correlations of the frequency of the pulse and breathings. The values of the frequency of the pulse and breathings obtained in process of training are displayed on the monitor screen and correlations of these values are transferred to the playing block of the biotechnical system as the control parameter. Thus the method of informational influence which comes down to user visual notification about his current condition and the method of the associative influence founded on playing algorithms control depending on correlations of chosen parameters are realized.

Key words: multiparameter biofeedback, biocontrol game training.

Актуальность работы. Биоуправление как метод целенаправленной активизации резервных возможностей организма человека основано на современных информационных технологиях, включающих использование биологической обратной связи [1].

Суть данного метода состоит в том, что создается лечебно-реабилитационный алгоритм, который позволяет человеку отслеживать и управлять изменением собственных биологических параметров (ритмом сердца, дыханием, температурой тела, электрическими потенциалами головного мозга).

Реализация биоуправления возможна при наличии определенных технических средств: датчиков, осуществляющих регистрацию физиологических показателей организма человека, а также средств оповещения о динамике значений этих показателей. Одним из наиболее мощных технических средств оповещения на сегодняшний день является персональный компьютер, доступный практически каждому человеку. Информация, введенная в компьютер, может быть визуализирована на мониторе в виде схемы, движущегося графика, игровой метафоры и т.д.

Важным показателем эффективности системы с биологической обратной связью являются параметры биоуправления, поскольку от их выбора зависит успешность в достижении заданной целевой функции в ходе тренинга. В соответствии с фундаментальными принципами хронобиологии о многочастотных кодах биоуправления как наиболее успешные и

эффективные зарекомендовали себя системы управления несколькими функциональными показателями, поскольку, например, в тренажере «Ибис» использование среднего значения частоты пульса, достигнутого в предыдущем сеансе, в качестве единственного управляющего параметра затрудняет достижение успеха тренинга в последующих сеансах в связи с известными физиологическими ограничениями замедления пульса [5].

Организация обратной связи по динамике совокупности параметров возможна в мультипараметрическом одноканальном биоуправляемом комплексе. В этом случае единственный канал связи будет иметь несколько входов в зависимости от количества измеряемых показателей и один выход, регулируемый соотношением этих показателей.

Таким образом, применение систем с мультипараметрической биологической обратной связью, основанной на управлении несколькими функциональными показателями или их соотношением, позволяет оптимизировать стимулирующее воздействие за счет расширения диапазона коррекции в сторону активизации или релаксации нервной системы человека.

Цель и задачи исследования: целью является разработка способа контроля успешности биоуправления в мультипараметрическом игровом тренинге “Хоніх”.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- осуществить параметризацию моделей биоуправления в системе тренинга;
- разработать алгоритм определения успешности игрового тренинга;
- описать метод управления динамикой игрового сюжета “Хоніх”.

Методы исследования: включают использование системного анализа с декомпозицией целей и функций разрабатываемой системы.

Основное содержание работы. Целью биоуправления в системе игрового тренинга Хоніх является информационное и ассоциативное воздействие на пациента через игровую среду, оказывающее обучающую стимуляцию активационных и релаксационных процессов организма. Успешность данного воздействия определяется путем оценки соотношения двух биологических параметров: частоты пульса и частоты дыхания.

Основой игрового блока системы тренинга являются модель и алгоритмы аркадной игры Хоніх. Аркада подразумевает наличие управляемого объекта, который помогает пользователю выполнить определенное игровое задание. Человек осуществляет управление с помощью клавиатуры, изменяя направление движения объекта. Присутствие «враждебных» объектов в игровой среде, которые двигаются с разной скоростью, затрудняет выполнение поставленной задачи, что позволяет придать игре соревновательный характер и увеличить заинтересованность человека тренировочным процессом. Соревновательный характер является одной из форм моделирования стрессовой ситуации, преодоление которой отождествляется с выполнением игровых целей. В ситуации стресса пациент должен научиться управлять своей физиологической функцией, испытывая определенные эмоциональные нагрузки. Активное вовлечение участника в процесс обучения является важным фактором увеличения эффективности тренинга.

Используя опыт исследований в области разработки мультипараметрических систем [2, 3, 4], был разработан алгоритм определения успешности проводимого тренинга и управления динамикой игрового сюжета на основе оценки показателя «Т».

В зависимости от выбранной модели тренинга и непрерывно рассчитываемого значения «Т» определяется состояние автономной нервной системы (преобладание симпатической или парасимпатической системы) и, как следствие, успешность в достижении целей тренинга. Определение успешности используется для установления значений параметров игрового сюжета и формирования рекомендаций для пациента, выполнение которых во время сеанса может оказать помощь в победном окончании игры.

Для модели активации (**Model=1**) успешным является умеренное преобладание симпатической нервной системы (НС), когда активизируются адренергические механизмы регуляции автономной нервной системы (Таблица 1). При показателях отношения частоты пульса к частоте дыхания в диапазоне от 3,0 до 3,9 ответной реакцией игровой среды будет отображение зеленого света (**Biocolor=зеленый**) и заметное замедление скорости

«враждебных» объектов (**KSpeed**=1). В случае преобладания парасимпатической нервной системы, когда «Т» больше или равен 4,0 – на экране виден желтый свет (**Biocolor**=желтый), «враждебные» объекты двигаются со средней скоростью (**KSpeed**=2); выполняющему тренинг субъекту рекомендуют поверхностное и частое дыхание. При выраженном преобладании симпатической нервной системы появляется красный свет (**Biocolor**=красный), скорость «враждебных» объектов резко увеличивается (**KSpeed**=4), что затрудняет выполнение целей игры. В этом случае тренирующемуся человеку рекомендуют более медленное и глубокое дыхание (рис.1).

Для модели релаксации (**Model**=2) целевой функцией является активизация холинергических механизмов регуляции, т.е. умеренное преобладание парасимпатической нервной системы (таблица 1). В таком случае, для успешной реализации стратегии на избегание неудачи значение «Т» должно быть больше 5,0. Если показатель отношения частоты пульса и дыхания выражен значением менее 5,1 – отображается желтый или красный свет (**Biocolor**=желтый или **Biocolor**=красный), скорость движения «враждебных» объектов возрастает (**KSpeed**=2 или **KSpeed**=4), что свидетельствует о наличии активизационных процессов и несоответствии целям модели релаксации. В этом случае пациенту рекомендуют замедление дыхания до тех пор, пока не появится зеленый свет (**Biocolor**=зеленый и **KSpeed**=1) (рис.1).

Множитель **KSpeed** используется для расчета скорости движения «враждебных» объектов, задаваемой целочисленной переменной **Ball[i].Speed**, где **i** – номер объекта по порядку от 1 до номера текущего уровня игры (**level**).

Таблица 1

Параметры моделей биоуправления и алгоритма определения успешности тренинга

Цвет управляемого объекта, цвет фона области вывода ЧСС (Biocolor)	Скорость движения твердых и мягких шаров (Ball[i].Speed)	Автономная нервная система	Успешность тренинга
Модель активации (Model =1)			
зеленый	низкая (KSpeed =1)	Умеренное преобладание симпатической НС	ДА
желтый	средняя (KSpeed =2)	Преобладание парасимпатической НС	НЕТ
красный	высокая (KSpeed =4)	Выраженное преобладание симпатической НС	НЕТ
Модель релаксации (Model =2)			
зеленый	низкая (KSpeed =1)	Преобладание парасимпатической НС	ДА
желтый	средняя (KSpeed =2)	Норма	НЕТ
красный	высокая (KSpeed =4)	Преобладание симпатической НС	НЕТ

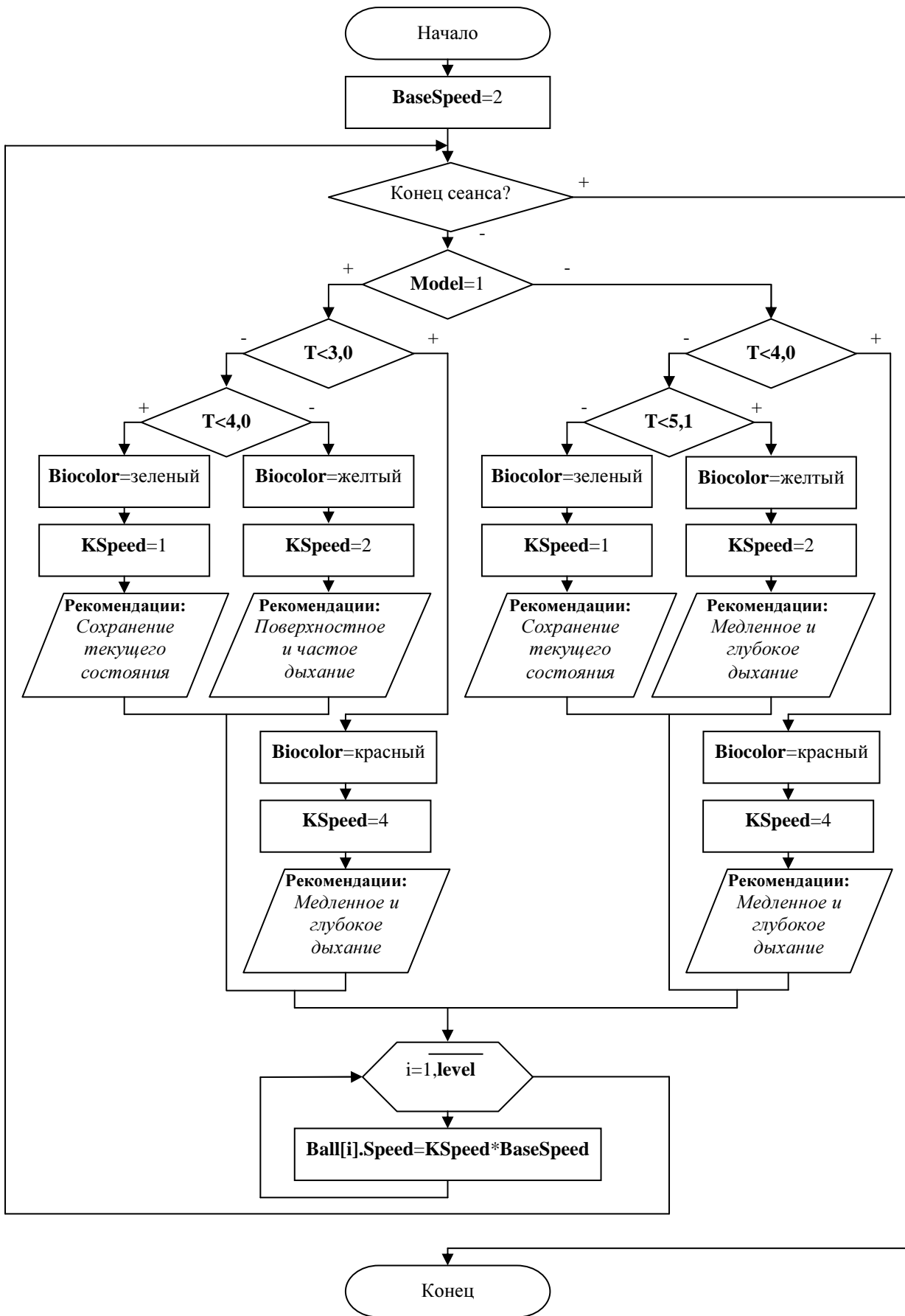


Рис.1. Алгоритм определения успешности тренинга и биоуправления игровым сюжетом

Выводы

1. В соответствии с фундаментальными принципами хронобиологии, в качестве управляющего параметра мультипараметрической системы выбрано соотношение показателей сердечного ритма и дыхания: $T=P*t_{\text{дых.ц.}}$, где T – количество сердечных импульсов, приходящихся на один дыхательный цикл; P – частота пульса (в ударах в минуту); $t_{\text{дых.ц.}}$ – продолжительность одного дыхательного цикла (в секундах).

2. Описаны модели биоуправления игровым тренингом, основанные на стратегиях, направленных на достижение успеха (модель активации) и избегание неудачи (модель релаксации), и устанавливающие зависимость входных параметров игровой среды (цвет фона области вывода частоты сердечных сокращений и цвет управляемого объекта, скорость «враждебных» объектов) от текущего функционального состояния пациента, оцениваемого показателем «Т».

3. Сформирован алгоритм определения успешности тренинга с учетом выбора модели биоуправления (модель активации или модель релаксации), позволяющий управлять динамикой игрового сюжета на основе отношения частоты пульса и дыхания и формировать рекомендации пациенту для достижения целей тренинга.

Список литературы

1. Великохатный, Р. И. Игровое биоуправление (история и современное состояние) / Р. И. Великохатный, О. А. Джафарова, О. Г. Донская и др. // Бюллетень СО РАМН. – 1999. – №1. – С. 23-29.

2. Макконен, К. Ф. Игровой модуль с реализацией стратегии, направленной на избегание неудачи / К. Ф. Макконен, Ф. А. Пятакович, А. С. Новоченко // Фундаментальные исследования. – 2007. – №1. – С. 70-72.

3. Макконен, К. Ф. Разработка показателей успешности и эффективности биоуправляемого автомобильного игрового тренинга, основанного на мультипараметрической обратной связи // Высокие технологии в технике, медицине, экономике и образовании: межвуз. сб. науч. тр. – Воронеж: ВГТУ, 2008. – С. 85-89.

4. Пятакович, Ф. А. Биоуправляемая игровая система, реализующая автомобильные гонки на основе мультипараметрической обратной связи / Ф. А. Пятакович, К. Ф. Макконен, А. С. Новоченко // Аллергология и иммунология. – 2007. – Т. 8. – №3. – С. 328.

5. Суворов, Н. Б. Знакопеременный кардиотренинг: практика применения / Н. Б. Суворов, Д. Н. Меницкий, Н. Л. Фролова // Биоуправление-3. Теория и практика. – Новосибирск, 1998. – С. 7-16.

Рецензенты: Блажевич С.В., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой информатики и вычислительной техники ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г.Белгород.

Якунченко Т.И., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней и клинических информационных технологий ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г.Белгород.