

коррекция вузовской дезадаптации и сохранения здоровья студенческой молодежи» на 2007-2012 гг.; программа «Образовательная модель профилактики социально-обусловленных заболеваний и девиантных форм поведения молодежи средствами физической культуры и спорта на 2010-2015 гг. Сфера использования проекта: научные исследования, преподаватели и учащиеся высшей и средней школы; сфера здравоохранения (муниципальные, городские и областные учреждения т.д.); управление Федеральной службы Российской Федерации по контролю за оборотом наркотиков по Оренбургской области, а также и другие муниципальные и государственные организации, где требуются сведения о физическом и психическом здоровье молодежи и склонностей к социально значимым заболеваниям на углубленном научном уровне. Целью создания системы СИМЗ является ор-

ганизация и ведение постоянного мониторинга адаптационных способностей и функциональных резервов здоровья студентов, донозологический контроль социально значимых заболеваний в студенческой среде в режиме компьютеризированного контроля.

Данное исследование осуществлено при финансовой поддержке РГНФ и администрации Оренбургской области. Региональный конкурс РК 2010 Урал: Оренбургская область, проект № 10-06-81601a/y «Разработка методики предупреждения проявления агрессивного поведения среди молодежи различных этнических групп на основе изучения психофизиологических и биохимических параметров», и «Разработка интегрированной модели профилактики девиантных форм поведения со склонностью к агрессии молодежи средствами физической культуры № проекта 10-06-81604a/y.

Технические науки

РАЗРАБОТКА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО БИОУПРАВЛЯЕМОГО ИГРОВОГО ТРЕНИНГА

Пятакович Ф.А., Сурушкин М.А.

*Белгородский государственный
университет,
Белгород, Россия*

Актуальность работы. Компьютерное игровое биоуправление — одно из последних появившихся направлений в области технологий лечения с использованием биологической обратной связи [1, 2, 3, 8]. Анализ литературы свидетельствует о наличии двух классов игровых систем с БОС: однопараметрические и мультипараметрические. Существенным недостатком однопараметрических систем является управление единственным функциональным показателем (частота сердечных сокращений), что противоречит фундаментальным принципам хронобиологии о многочастотных кодах биоуправления [7]. В литературе известен игровой модуль, в котором процесс автомобильного тренинга реализуется посредством управляемого отношения частоты пульса к частоте дыхания [5, 6]. В данном тренажере предусмотрены элементы управления, позволяющие оптимизировать игровой тренинг посредством изменения управляющего сигнала в виде отношения частоты пульса к частоте

дыхания. Однако в тренажере не реализован классический способ управления игровым объектом (с помощью клавиатуры или мыши), что снижает уровень интереса к процессу тренинга.

Использование различных алгоритмов цветового импульсного воздействия наряду с моделями биоуправления для обучения навыкам саморегуляции расширяет круг возможностей модификации функционального статуса организма, так как цветовые раздражители способствуют активизации парасимпатической или симпатической нервной системы в зависимости от оттенков цвета, а импульсный характер воздействия позволяет усилить стимулирующий эффект в развитии процессов торможения или возбуждения в зависимости от ритма [4, 7].

Таким образом, актуальной является задача разработки мультипараметрических биоуправляемых игровых систем, основанных на фундаментальных принципах хронобиологии с использованием алгоритмов оптимизации посредством цветовых импульсных сигналов на субсенсорном уровне.

Работа выполнена при поддержке проектов РНПВШ (Развитие научного потенциала высшей школы): 2.2.3.3/3301 (2007-2008 годы) и 2.2.3.3/4307 (2009-2010 годы).

Цель и задачи исследования: целью является оптимизация биоуправления в биотехнической системе мультипараметрического игрового тренинга.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать модель реализующую стратегию активации игрока посредством активно-

го увеличения показателя отношения частоты пульса к частоте дыхания;

- сформировать модель реализующую стратегию умеренной релаксации игрока посредством активного уменьшения показателя отношения частоты пульса к частоте дыхания.

- создать модели и алгоритмы оптимизации управления игрой посредством субсенсорных сигналов цветостимуляции для режимов активации и умеренной релаксации игрока.

Методы исследования: включают использование системного анализа с декомпозицией целей и функций разрабатываемой системы, моделированием рассматриваемых функциональных состояний и степени активности автономной нервной системы.

Основное содержание работы. Биотехническая система биоуправляемого игрового тренинга включает модуль ввода электрофизиологической информации и игровой модуль. Модуль ввода электрофизиологической информации включает два элемента, позволяющие получать и обрабатывать сигналы обратной связи: система датчиков (пульс и дыхание) и схема сопряжения, включающая структуру и алгоритмы протокола передачи и обработки сигнала обратной связи. Управляющая оболочка выполнена в среде разработки Delphi в виде программного модуля. Графика игрового модуля Hopix реализована при помощи свободно распространяемой библиотеки DelphiX 2000.07.17, содержащей набор готовых компонентов и функций технологии DirectX, что позволяет добиться эффекта реального времени при выводе изображений игровой среды и формировании ответной реакции на изменение информации, поступающей с датчиков пульса и дыхания.

Для решения задач биоуправления были разработаны две модели, характеризующие зависимость значений входных параметров игрового блока от показателя, отражающего отношения пульса и дыхания. Первая модель биоуправления имеет стратегию, целью которой является мобилизация резервных возможностей и активизация физиологических процессов организма. В основе

второй модели лежит стратегия, направленная на релаксацию (стратегия на избегание неудачи), целевой функцией которой является минимизация энергетических затрат и сохранение ресурсов.

Для модели активации (стратегия на успех) успешным является умеренное преобладание симпатической нервной системы, когда активизируются адренергические механизмы регуляции автономной нервной системы. Показатель отношения частоты пульса и дыхания (T) должен лежать в диапазоне от 3,0 до 3,9.

Для модели релаксации целевой функцией является активизация холинергических механизмов регуляции (умеренное преобладание парасимпатической нервной системы). В таком случае, для успешной реализации стратегии на избегание неудачи значение T должно быть не меньше 5,0. Успешность в случае тренинга с использованием модели релаксации заключается в достижении преобладания в регуляции парасимпатической нервной системы значение T должно быть не меньше 5,0.

Оптимизация игрового тренинга осуществлена путем использования блока цветостимуляции, включающего модели в виде кодифицированных световых паттернов, содержащих субсенсорные сигналы цветостимуляции. Световые стимулы разработанных моделей реализованы путем управления длительностью импульса и паузы, что позволяет изменять скважность сигнала. Субсенсорный уровень восприятия стимулов достигается за счет увеличения длительности пауз между импульсами.

Модели цветостимуляции имеют те же цели, что и модели биоуправления, и основаны на алгоритмах активации и релаксации. Блок цветостимуляции включает две модели цветового воздействия, основанные на алгоритмах активации и релаксации. Формула модели активации состоит из четырех элементов, сочетающих 744 импульса красного света в частотном диапазоне альфа- и бета-ритмов. Параметры модели рассмотрены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры модели цветостимуляции, основанной на алгоритме активации

№ элемента	Дл-ть режима (мсек)	Дл-ть импульса (мсек)	Дл-ть паузы (мсек)	Частота (Гц)	Кол-во импульсов	Ритм ЭЭГ
1	2	3	4	5	6	7
I	4000	34	17	19,61	78	β
	1500	17	102	8,4	12	α
	9500	34	68	9,8	93	α

	$\Sigma=15$ сек				$\Sigma=183$	
II	4300	17	34	19,61	84	β
	1500	34	68	9,8	14	α
	9200	17	85	9,8	90	α
	$\Sigma=15$ сек				$\Sigma=188$	
III	4800	17	51	14,71	70	β
	1500	17	85	9,8	14	α
	8700	34	51	11,76	102	α
	$\Sigma=15$ сек				$\Sigma=186$	
IV	4100	17	51	14,71	60	β
	1500	34	51	11,76	17	α
	9400	17	68	11,76	110	α
	$\Sigma=15$ сек				$\Sigma=187$	

Каждый элемент формулы состоит из трех режимов работы, отличающихся частотными характеристиками и длительностью стимуляции.

Количество импульсов, соответствующих альфа ритму головного мозга, в модели активации в 1,55 раза больше импульсов бета ритма (альфа ритм — 61%, бета ритм — 39%). Однако частота альфа ритма последовательно увели-

чивается от одного элемента к другому и приближается к частотам бета диапазона, что способствует при реализации модели на практике возникновению активационных процессов организма.

Модель релаксации включает 504 предъявляемых импульса зеленого света, с частотой, соответствующей альфа- и тета-ритмам электроэнцефалограммы (таблица 2).

Таблица 2

Параметры модели цветостимуляции, основанной на алгоритме релаксации

№ элемента	Дл-ть режима (мсек)	Дл-ть импульса (мсек)	Дл-ть паузы (мсек)	Частота (Гц)	Кол-во импульсов	Ритм ЭЭГ
1	2	3	4	5	6	7
I	5000	17	119	7,35	36	θ
	8000	68	34	9,8	78	α
	2000	17	68	11,76	23	α
	$\Sigma=15$ сек				$\Sigma=137$	
II	2900	17	153	5,88	17	θ
	2100	17	68	11,76	24	α
	10000	68	34	9,8	98	α
	$\Sigma=15$ сек				$\Sigma=139$	

1	2	3			4	5
III	3200	17	119	7,35	23	θ
	2000	51	51	9,8	19	α
	9800	17	102	8,4	82	α
	$\Sigma=15$ сек				$\Sigma=124$	
IV	5000	17	221	4,2	21	θ
	900	17	102	8,4	7	α
	9100	34	85	8,4	76	α
	$\Sigma=15$ сек				$\Sigma=104$	

Как видно из представленной таблицы, частота альфа и тета ритмов от первого к четвертому элементу последовательно уменьшается за счет увеличения периода световых импульсов. Таким образом, происходит навязывание ритмов, способствующих общей релаксации пациента.

Алгоритм работы блока цветостимуляции предполагает неоднократное предъявление серии стимуляции вплоть до момента окончания тренинга. Управление внутри серии осуществляется посредством биологического таймера, что позволяет осуществлять синхронизацию процесса стимуляции с биологическими ритмами пациента. В качестве параметра для синхронизации был выбран дыхательный ритм. Так как переход между элементами серии осуществляется после окончания тридцатого дыхательного цикла, одной серии соответствует 120 дыхательных циклов.

Если принять длительность дыхательного цикла равной четырем секундам, то одна серия занимает около восьми минут. Переход от одной серии к другой осуществляется с двухминутной паузой. Поскольку длительность сеанса тренинга равна тридцати минутам, каждый сеанс сопровождается в среднем тремя сериями стимуляции.

Список литературы

1. Вангревич, О.А. Игровое биоуправление и стресс-зависимые состояния / О.А. Вангревич, О.Г. Донская, А.А. Зубков, М.Б. Штарк // Бюллетень СО РАМН. — 2004. — №3 (113). — С. 53-60.
2. Джафарова, О.А. Игровое биоуправление как технология профилактики стресс-

зависимых состояний / О.А. Джафарова, О.Г. Донская, А.А. Зубков, М.Б. Штарк // Биоуправление-4. Теория и практика. — Новосибирск, 2002. — С. 86-96.

3. Лазарева, О.Ю. Игровое компьютерное биоуправление в школе. Опыт практического применения / О.Ю. Лазарева, О.А. Джафарова, О.Л. Гребнев // Бюллетень СО РАМН. — 2004. — №3 (113). — С. 69-71.

4. Лугова, А.М. Визуальная цветостимуляция (цветоимпульсная рефлексотерапия) в схемах, рисунках и таблицах: учебно-методическое пособие / А.М. Лугова — М.: ЭКОН, 1999. — 105 с.

5. 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.

6. 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.

7. Пятакович, Ф.А. Биоуправляемая хронофизиотерапия: учебное пособие / Ф.А. Пятакович, С.Л. Загускин, Т.И. Якунченко — Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2002. — 98 с.

8. Хаймович, Е.В. Игровое нейробиоуправление при синдроме дефицита внимания / Е.В. Хаймович, А.Б. Скок, О.С. Шубина // Бюллетень СО РАМН. — 2004. — №3 (113). — С. 81-84.