

*Посвящается памяти выдающегося ученого,
доктора технических наук, профессора
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Ястребова Анатолия Степановича*

**ПЯТЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНЫЙ КОНГРЕСС
НЕЙРОБИОТЕЛЕКОМ-2012**

**Инфокоммуникационные технологии
в инновациях, медико-биологических
и технических науках**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Санкт-Петербург, 6–7 декабря 2012 г.

**ТЕЛЕДОМ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
Санкт-Петербург, 2012**

УДК 007.57+615.47+621.391
ББК 7.3
И 74

И 74 **Инфокоммуникационные** технологии в инновациях, медико-биологических и технических науках: сборник научных трудов Пятого международного научного конгресса «Нейробиотелеком-2012». – СПб. : Политехника, 2012. – с. 308.

ISBN 978-5-89160-083-6

В сборнике опубликованы научные труды Пятого международного научного конгресса «Нейробиотелеком-2012» – Инфокоммуникационные технологии в инновациях, медико-биологических и технических науках

Проведен обзор новейших результатов теорий, исследований и их практических приложений в области нейробиологии и смежных областях медицины, инфотелекоммуникационных технологий, диагностических компьютерных систем и радиоэлектронной аппаратуры, используемых в науке, образовании, медицине и психологии.

Предназначен для научных работников и специалистов.

УДК 007.57+615.47+621.391
ББК 7.3

ISBN 978-5-89160-083-6

Редакторы Л. Ю. Медведева, И. И. Щенсяк
Компьютерная верстка М. Ю. Кусова

Сдано в набор 30.11.12. Подписано в печать 3.12.12
Формат 60×84 1/8. Усл. п.л. 19,5. Бумага офсетная.
Печать – ризография. Тираж 200 экз. Заказ 2020

Издательство «ТЕЛЕДОМ» ГОУВПО СПбГУТ
191186 СПб., наб. р. Мойки, 61
Отпечатано в ООО «Политехника-сервис»
191011, СПб., Инженерная ул., д. 6

УЧРЕДИТЕЛИ КОНГРЕССА

- Министерство связи и массовых коммуникаций РФ
- Комитет по науке и высшей школе Санкт-Петербурга
- Комитет по здравоохранению Санкт-Петербурга

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНГРЕССА

- Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
 - Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова
 - Институт мозга человека РАН
- Центр реабилитации и восстановительной медицины Министерства здравоохранения РФ
- Комитет по социальной политике Санкт-Петербурга

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

- Московский технический университет связи
- Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
 - Санкт-Петербургская государственная педиатрическая медицинская академия
 - Курский государственный технический университет
- Международный университет природы, общества и человека (Дубна)
- Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
 - Государственная полярная академия
 - Компания ООО «Bioentech»
 - University of Extremadura, Испания

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Nestle

ООО «ДЕЛЬФИ» Компания *Itex* ООО «АЛГОЛ»

АРТ-ТРИО

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

- Научно-технический и информационно-аналитический журнал «Телекоммуникации»
 - Газета «Связист.spb»
 - PR-info
 - Expo Life
 - ФГУП «Издательство «ПОЛИТЕХНИКА»

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Бачевский С. В. – д.т.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)

Заместитель председателя

Доценко С. М. – д.т.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)

Члены:

- Атанасов П. – д.м.н., профессор (Болгария, София)
Ачкасова В.А. – д.п.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Балашов Ю.С. – д.ф-м.н., профессор (Россия, Воронеж)
Довгуша В.В. – д.м.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Дульнев Г.Н. – д.т.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Илюхина В.А. – д.б.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Кондратьев А.Ю. – д.псих.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Короткин Д.А. – д.ф-м.н., профессор (Канада, Монреаль)
Крашенюк А.И. – д.м.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Крыжановский Э.В. – к.т.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Патрикеев Л.Н. – д.ф-м.н., профессор (Россия, Москва)
Разинкин С.М. – д.м.н., профессор (Россия, Москва)
Самойлов В.О. – д.м.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Сахаров Ю.С. – д.т.н., профессор (Россия, Дубна)
Сотников А.Д. – д.т.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Титов В.С. – д.т.н., профессор (Россия, Курск)
Фридман М. – д.ф-м.н., профессор (США, Сиэтл)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Верхова Г.В. – д.т.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)

Ответственный секретарь

Крыжановский Э.В. – к.т.н., доцент (Россия, Санкт-Петербург)

Члены:

- Алексеев И.А. – нач. Управления МиР (Россия, Санкт-Петербург)
- Ачкасова В.А. – д.п.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
- Буйневич М.В. – д.т.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
- Григорян А.Г. – с.н.с. (Россия, Санкт-Петербург)
- Илюхина В.А. – д.б.н., профессор (Россия, Санкт-Петербург)
- Зубаткина О.А. – д.б.н., профессор (Россия, Архангельск)
- Карпов Л.П. – к.т.н., с.н.с (Россия, Санкт-Петербург)
- Лахтеева Е.А. – м.н.с (Россия, Санкт-Петербург)
- Меньшакова М.А. – помощник проректора (Россия, Санкт-Петербург)
- Марченков А.А. – нач. учебной части (Россия, Санкт-Петербург)
- Ничипорук Д.Г. – инженер (Россия, Санкт-Петербург)
- Оганезова Л.В. – к.фил.н., доцент (Россия, Санкт-Петербург)
- Пономарева Е. Ю. – редактор (Россия, Санкт-Петербург)
- Форманова М.В. – м.н.с. (Россия, Санкт-Петербург)
- Чистов А.В. – вед. программист (Россия, Санкт-Петербург)



ЯСТРЕБОВ АНАТОЛИЙ СТЕПАНОВИЧ

(1950 - 2012 г.)

Этапы учебно-педагогического пути



- В 1974 году окончил с отличием Ленинградский электротехнический институт связи им. проф. М.А. Бонч-Бруевича по специальности конструирование и производство радиоаппаратуры.
- 1974-1983 ассистент кафедры технологии радиоаппаратостроения ЛЭИС;
- 1984-1987 доцент кафедры технологии радиоаппаратостроения ЛЭИС;
- 1986 - по декабрь 2008 декан факультета конструирования и производства радиоаппаратуры (РК) (ныне факультет технологий средств связи и биомедицинской электроники (ТСС);
- 1987 - по 2012 - Заведующий кафедрой технологии радиоаппаратостроения ЛЭИС (с 1999 г. кафедра технологии электронных средств, микроэлектроники и материалов СПбГУТ);
- с мая 1999 - по ноябрь 2001 г. проректор по учебной работе и развитию нового учебного корпуса, с ноября 2001- по февраль 2005 г. Начальник управления обеспечения учебного процесса и развития нового учебного корпуса СПбГУТ;
- с июня 2008 - по июль 2011 проректор по научной работе СПбГУТ.

Научная деятельность

- В 1983 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.14 - "Технология приборостроения".
- В 1998 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.27.01 - "Твердотельная электроника, микроэлектроника и наноэлектроника".

Направления научной деятельности:

- твердотельная электроника, микроэлектроника и гиромангнитная бесточковая электроника, телемедицина, логистика почтовой связи.

Руководил научно-техническими разработками:

- по проблемам телемедицины, включая проблему технологии создания и передачи запаха по телекоммуникационным каналам связи с использованием вычислительной техники;
- по созданию радиопоглощающих покрытий (программа «Анти - СТЕЛС»);
- по проблемам создания и управления микро- и макротранспортно-распределительных систем логистики для неавтоматизированных и автоматизированных производств почтовой связи.



Конгресс «Нейробиотелеком»

Международный конгресс Нейробиотелеком, который в этом году проводится в пятый раз, предоставляет возможность учёным получить целостное восприятие проблем, касающихся ряда научных направлений одновременно (физико-математического, медицинского, технического и других), позволяет дать оценку новым научным результатам, поставить новые задачи и определить подходы к их решению.

Активное участие российских и зарубежных учёных доказало необходимость проведения подобных конгрессов.



Одним из основных организаторов и вдохновителей этого научного форума был профессор Анатолий Степанович Ястребов. В значительной степени благодаря его энергии и энтузиазму, умению расположить к себе людей, найти нужные слова при решении организационных вопросов, неподдельному интересу к новым научным результатам в области биомедицинских технологий, конгресс «Нейробиотелеком» проводится уже в пятый раз.



Растущий интерес к конгрессу со стороны различных научных организаций, учебных заведений, государственных предприятий и частных компаний, а также молодых ученых и аспирантов свидетельствует о том, что озвученные 8 лет назад Анатолием Степановичем направления оказались приоритетными в развитии биомедицинских технологий.



Вставка – Конференция 1: Информационные технологии и телекоммуникаций

Н. А. Яковенко, В. С. Сморяцкий, А. А. Епифанов

УЧЕБНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кубанский государственный университет

E-mail: 3024_alex@mail.ru

В Кубанском государственном университете на кафедре оптоэлектроники физико-технического факультета в настоящее время проводится подготовка бакалавров по направлению 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль подготовки «Оптические системы и сети связи») и продолжается подготовка инженеров по специальности «Физика и техника оптической связи», которая была организована с 1999 г.

Для обеспечения качественной подготовки инженеров и бакалавров в области оптической связи на кафедре оптоэлектроники была организована лаборатория «Оптических телекоммуникационных систем», в которой планомерно проводится работа по созданию учебного лабораторного комплекса, позволяющего изучать принципы построения и функционирования различных современных оптических телекоммуникационных технологий.

Известно [1, 2], что основной моделью современных телекоммуникационных сетей является двухуровневая модель, которая состоит из транспортной сети связи (уровень 1) и сетей широкополосного абонентского доступа (уровень 2), и на этих уровнях широко используются различные оптические телекоммуникационные технологии.

В связи с этим при разработке учебного лабораторного комплекса были поставлены три основные задачи:

- комплекс должен отображать действующую модель построения современных телекоммуникационных сетей;
- он должен быть реализован на основе реально действующего оборудования на современных телекоммуникационных сетях;
- его стоимость должна укладываться в бюджет физико-технического факультета, а реализация должна проводиться поэтапно.

Учитывая, что основой оптических транспортных сетей связи являются волоконно-оптические системы передачи (ВОСП) на первом этапе была реализована учебная волоконно-оптическая система передачи (ВОСП).

При выборе типа стационарного оборудования учебной ВОСП была выбрана оптическая телекоммуникационная технология PDH, так как другие технологии (SDH, CWDM, DWDM) для учебных целей достаточно сложны и имеют высокую стоимость.

Структурная схема реализованной учебной ВОСП PDH топологии «точка-точка» представлена на рис. 1.

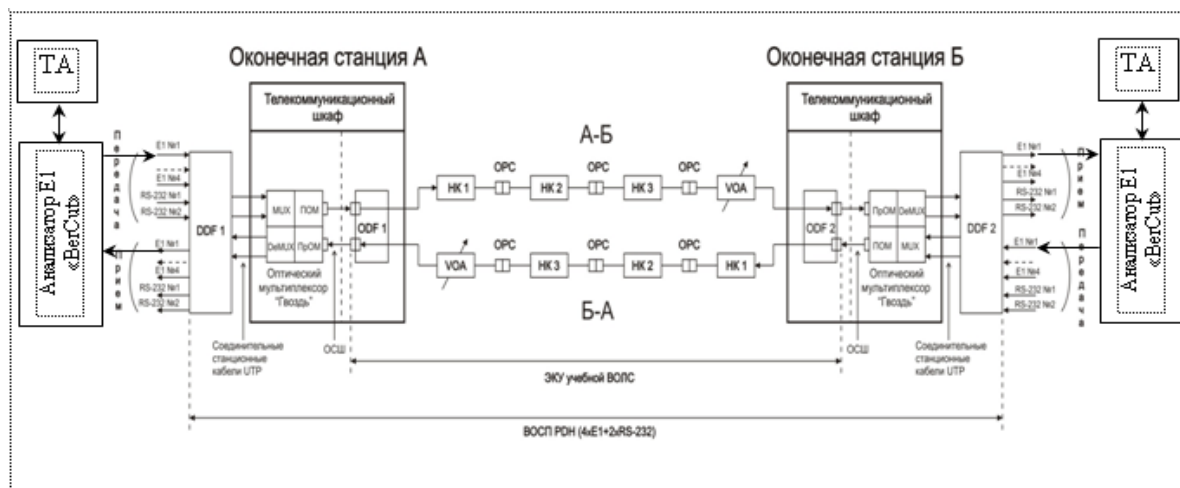


Рис. 1. Структурная схема учебной ВОСП PDH

Учебная ВОСП PDH содержит следующие основные элементы:

- оконечную станцию А;
- оконечную станцию Б;
- элементарный кабельный участок (ЭКУ) учебной волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), который соединяет между собой оконечные станции А и Б.

Для организации учебной ВОСП PDH топологии «точка-точка» использованы оптические мультиплексоры «Гвоздь» отечественного производства, которые широко используются на реальных сетях связи и обеспечивают по двум оптическим волокнам на длине волны оптического излучения 1,31 мкм организацию четырех первичных трактов Е1 со скоростью передачи цифрового потока 2,048 Мбит/с и двух каналов передачи данных RS-232 со скоростью передачи цифрового сигнала 64 кбит/с.

Станционное оборудование оконечных станций А и Б размещается в телекоммуникационных шкафах и кроме оптических мультиплексоров включает в себя:

- цифровые кроссы DDF 1 и DDF 2;
- соединительные электрические линии на основе станционных кабелей UTP («витая пара») между DDF и оптическими мультиплексорами;
- оптические кроссы ODF 1 и ODF 2, которые являются станционными окончаниями ЭКУ учебной ВОЛС;
- оптические соединительные шнуры (ОСШ).

Элементарный кабельный участок учебной ВОЛС имеет два направления передачи оптических линейных сигналов А-Б и Б-А (рис. 1), в каждом из которых имеются:

- три последовательно включенные нормализующие катушки НК1, НК2, НК3. Нормализующая катушка – это отрезок стандартного одномодового оптического волокна. В учебной ВОЛС используются катушки ВС-ОМ-1000, каждая из которых состоит из отрезка стандартного одномодового ОВ G.652 длиной 2 км, оконцованного с обеих сторон пигтейлами с FC/PC разъемами.

- переменный оптический аттенюатор (VOA) с диапазоном изменения затухания 0–30 дБ;

- оптические разъёмные соединения OPC типа FC/PC, которые обеспечивают последовательное оптическое соединение нормализующих катушек и VOA. В случае необходимости OPC могут быть заменены на постоянные оптические аттенюаторы с затуханием 10 дБ каждый.

Таким образом, обеспечивается минимальная оптическая длина элементарного кабельного участка $l_{ЭКУ} = 6$ км, и увеличение затухания ЭКУ с помощью переменных и постоянных оптических аттенюаторов для проведения лабораторных исследований.

Также, для изучения основных технических характеристик ВОСП в процессе проведения лабораторных исследований используются оптические тестеры серии FOD 1203C (измерение уровня передачи, минимально допустимого уровня приема и затухания на ЭКУ), а к одному из цифровых трактов E1 подключаются анализаторы цифровых потоков «VerCut» (Беркут).

Анализаторы позволяют измерять в цифровых трактах и цифровых каналах коэффициенты ошибок различного вида, фазовое дрожание цифрового сигнала, нестабильность тактовой частоты цифровых потоков. Анализаторы также имеют интерфейсы для подключения аналоговых телефонных аппаратов ТА, с помощью которых студенты организуют телефонный канал между оконечными станциями А и Б и исследуют качество связи по данному каналу в зависимости от величины затухания на ЭКУ, которое изменяется оптическими аттенюаторами.

Таким образом, данный базовый учебный комплекс позволяет студентам на реальном оборудовании выполнять все измерения, которые производятся при технической эксплуатации оптических транспортных сетей связи.

На следующем этапе развития учебной лаборатории было решено обеспечить с помощью данного базового учебного комплекса изучение и исследование возможностей организации оптической связи по одному оптическому волокну.

Эта проблема является достаточно актуальной, так как на сельских сетях связи в нашей стране продолжают эксплуатироваться маловолоконные ВОЛС построенные 10–15 лет тому назад, которые в те годы создавались для телефонной связи и в которых были задействованы все оптические волокна.

В настоящее время в связи с развитием сетей широкополосного абонентского доступа в сельской местности возникла проблема дефицита оптических волокон в эксплуатируемых маловолоконных ВОЛС. Одним из экономически выгодных способов решения этой проблемы является перевод ВОСП, работающих на этих ВОЛС, в одноволоконный режим работы, при этом освободившиеся оптические волокна используются для высокоскоростной передачи данных.

С этой целью на следующем этапе модернизации учебного лаборатор-

ного комплекса была организована лабораторная работа позволяющая изучать особенности организации передачи оптических цифровых сигналов по одному оптическому волокну одновременно в прямом и обратном направлениях с использованием оптических Y-образных разветвителей с коэффициентом деления 50/50%. Структурная схема такой учебной ВОСП в одноволоконном режиме работы приведена на рис. 2.

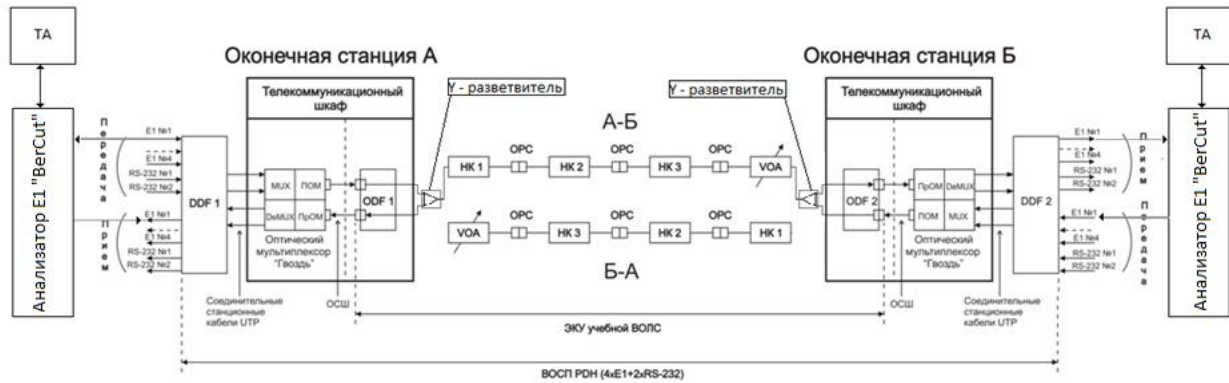


Рис. 2. Структурная схема такой учебной ВОСП в одноволоконном режиме работы

Оптические передатчики ПОМ и оптические приемники ПРОМ узлов связи А и Б включаются в оптическое волокно ЭКУ через оптические Y-образные разветвители. Сформированные в оптических передатчиках оптические цифровые линейные сигналы передаются во встречных направлениях по одному оптическому волокну на одной длине волны $\lambda = 1,31$ мкм.

Чтобы обеспечить независимую передачу и прием оптических сигналов в направлениях А-Б и Б-А, оптические Y-образные разветвители должны выполнять следующие функции, т. е. обеспечивать:

- пропускание оптического сигнала от лазера передатчика в оптическое волокно ЭКУ;
- непропускание оптического сигнала от лазера передатчика к своему приемнику;
- пропускание оптического сигнала от оптического волокна ЭКУ к приемнику.

Студенты в процессе выполнения этой лабораторной работы изучают принципы построения Y-образных разветвителей, преимущества и недостатки такого метода организации двухсторонней связи.

Самым существенным преимуществом является возможность освободить часть волокон и использовать их для организации передачи сигналов сетей широкополосного абонентского доступа в сельской местности. Самым существенным недостатком является значительное уменьшение допустимой протяженности ЭКУ между узлами А и Б. В процессе выполнения лабораторной работы студенты выполняют измерения и делают расчеты допустимой протяженности ЭКУ для одноволоконного и двухволоконного режимов работы ВОСП.

Учитывая, что в настоящее время на оптических транспортных сетях

связи России все большее распространение получают ВОСП со спектральным разделением оптических каналов [3], на следующем этапе была разработана учебная ВОСП со спектральным разделением минимального количества оптических каналов, т. е. двухканальная ВОСП WDM (Wavelength-Division Multiplexing). Такая учебная система должна обеспечить возможность изучать основные принципы построения и функционирования ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.

Для решения этой задачи за основу была выбрана уже действующая в учебной лаборатории учебная ВОСП с одним оптическим каналом, созданная на первом этапе (рис. 1), с дополнением к ней оборудования для организации еще одного оптического канала. Структурная схема двухканальной учебной ВОСП WDM, разработанная на основе двух одноканальных ВОСП, представлена на рис. 3.

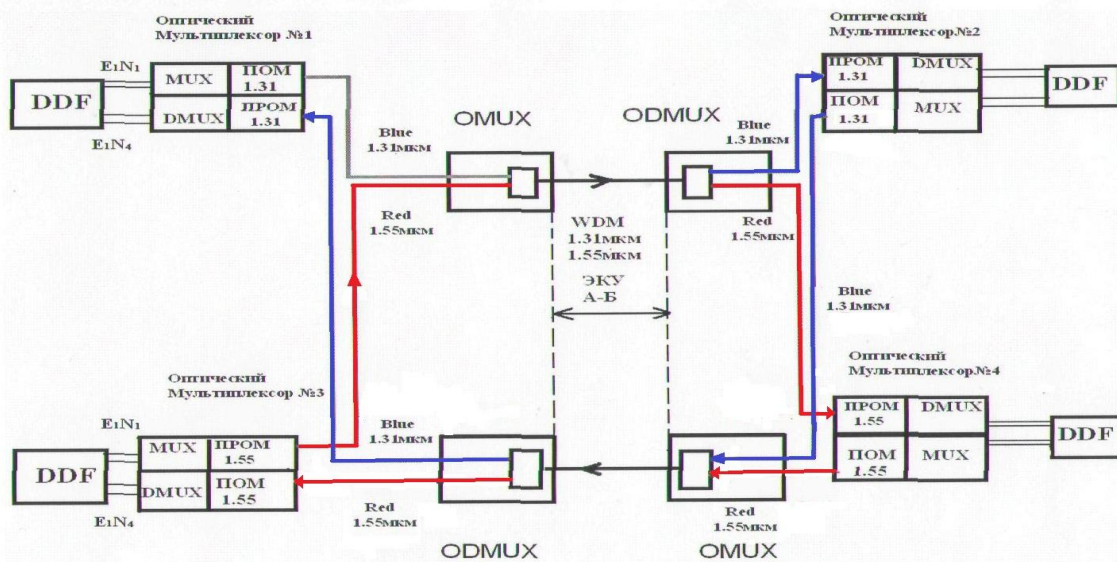


Рис. 3. Структурная схема двухканальной учебной ВОСП WDM

Основная учебная одноканальная волоконно-оптическая система передачи № 1 реализованная на основе оптических мультиплексоров «Гвоздь» № 1 и № 2 работает на длине волны $\lambda = 1,31$ мкм. Дополнительная учебная одноканальная волоконно-оптическая система передачи № 2 реализована на основе оптических мультиплексоров «Гвоздь» № 3 и № 4, которые выполнены по специальному заказу, и работает на длине волны $\lambda = 1,55$ мкм. Эти оптические мультиплексоры выполняют функции оптических транспондеров ВОСП WDM.

Функции оптических мультиплексоров OMUX для объединения оптического канала 1 ($\lambda = 1,31$ мкм) и оптического канала 2 ($\lambda = 1,55$ мкм) и оптических демультиплексоров ODMUX для разделения этих оптических каналов выполняют пассивные сплавные селективные оптические двухканальные мультиплексоры/демультиплексоры WDM производства компании «Fuidjikura».

Разработанная схема формирует двухканальный оптический линейный

сигнал на двух оптических несущих $\lambda_1 = 1,31$ мкм и $\lambda_2 = 1,55$ мкм, который передается от OMUX к ODMUX по одному оптическому волокну ЭКУ учебной ВОЛС между оконечными станциями А и Б, аналогично сформированный двухканальный оптический линейный сигнал по другому оптическому волокну передается в противоположном направлении между оконечными станциями Б и А.

Список литературы

1. *Бирюков, Н. Л.* Транспортные сети и системы электросвязи. Системы мультиплексирования / Н. Л. Бирюков, В. К. Стеклов. – М. : Эко-Трендз, 2003. – 352 с.
2. *Портнов, Э. Л.* Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи / Э. Л. Портнов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2009. – 544 с.
3. *Слепов, Н. Н.* Современные технологии цифровых оптоволоконных систем связи / Н. Н. Слепов. – 2-е изд. – М. : Радио и связь, 2003. – 468 с.

Н. А. Шабалина

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

E-mail: basym@yandex.ru

В последнее время беспроводные системы и сети связи находят все более широкое применение в узкоспециализированных отраслях промышленности, таких как подземные выработки полезных ископаемых, строительство сложных подземных объектов (транспортных автомобильных и железнодорожных тоннелей, хранилищ, убежищ), АЭС.

Источники возникновения, характер распространения и частотные характеристики электромагнитных помех обусловлены типичными особенностями промышленных объектов, на которых функционируют телекоммуникационные каналы.

Все подземные сооружения обладают сложной формой помещений, их сильной разветвленностью, большой протяженностью. В тоннелях и шахтах имеется большое количество металлических подводных перегородок, балок, несущих металлических конструкций, на которых происходят множественные переотражения электромагнитной волны. На распространение сигнала в подземных объектах сильное влияние оказывает наличие большого количества препятствий, вызывающих такое явление, как многолучевость, переотражения, замирания. В результате чего сигнал на приемной

стороне является суммой многих составляющих, а именно: распространяющейся по трассе прямой видимости (обладает постоянной мощностью в масштабе замираний) и поступающей на подвижный приемник после переотражения от пола, стен, потолков и препятствий различных размеров.

Кроме того, сказывается на качестве принимаемого сигнала наличие стен, перекрытий из различных материалов, которые в определенной степени влияют на возможность распространения сигнала в помещении. Препятствия из дерева, синтетических материалов, пластика, стекла не слишком сильно влияют на степень затухания сигнала в силу слабого поглощения в материале, изделия из кирпича, бетона влияют несколько сильнее, а капитальные конструкции, состоящие из железобетона, металлические стены, перекрытия уже существенно уменьшают возможную дальность связи вплоть до полной невозможности ее осуществления.

Резко выражен интерференционный характер поля за счет многократного переотражения электромагнитной волны от крупногабаритных предметов и стен помещения. Это может проявляться как в изменении плоскости поляризации волны, так и в уменьшении напряженности самого поля на принимаемой стороне. При приеме сигнала можно столкнуться с появлением замираний, «мертвых зон», при наличии которых прием сигнала сильно затруднен. Следует отметить, что такие явления именно в подземном пространстве возможны и в случае прямой видимости между приемником и передатчиком.

Действие каждого электроприбора сопровождается паразитным электромагнитным излучением. Индустриальные электромагнитные помехи в подземных сооружениях могут создаваться промышленными силовыми установками, электротехническим и энергетическим оборудованием, силовыми линиями передачи, электрическим транспортом. Все источники помех, как правило, достаточно компактно размещены в пространстве. Типичными помехами подземных объектов являются шум, создаваемый в сети питания аппаратуры при работе импульсного блока питания, импульсы, создаваемые при коммутационных операциях, переходные процессы в сетях высокого и низкого напряжения, поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием станций и подстанций, проводными линиями электропередач.

Интенсивность и спектральные характеристики всех вышперечисленных мешающих воздействий разнообразны. Помехи могут возникать в виде периодически повторяющихся или случайно распределенных во времени величин. В обоих этих случаях речь может идти как об узкополосных, так и о широкополосных помехах.

Особенно опасны составляющие спектра помехи, лежащие в той же полосе частот, что и рабочие сигналы. Обычно такие составляющие беспрепятственно минуют входные фильтры и далее обрабатываются так же,

как если бы они были полезными сигналами. В результате повышается число ошибок в канале передачи информации.

Среди всех вариантов влияния электромагнитных помех на аппаратуру связи можно выделить некоторые основные варианты:

- 1) искажение сигналов во внешних информационных цепях;
- 2) искажение сигналов в антенных цепях Помехи на входах питания радиоаппаратуры. Частоты помех могут меняться в очень широких пределах: от десятков герц до радиочастотных значений (при работе некоторых блоков питания);
- 3) непосредственное влияние внешних электромагнитных промышленных помех на внутренние цепи радиоаппаратуры;
- 4) возникновение токов помех на металлических корпусах аппаратуры
- 5) помехи от промышленного электротранспорта [5, с. 89–96].

Источниками электромагнитных помех довольно часто являются переходные процессы в сетях высокого и низкого напряжения.

В настоящее время системы беспроводной связи способны обеспечивать радиосвязь приемлемого качества и достаточной скорости. Среди возможных вариантов по обеспечению радиосвязью промышленных объектов можно выделить следующие [1, с. 105]:

- аналоговая транкинговая радиосвязь MPT 1327 (SmarTrunk; SmarTrunk2);
- конвенциональная и транкинговая радиосвязь DMR;
- технология беспроводных сетей Wi-Fi;
- ресурсы операторов радиосвязи (GSM; CDMA);
- цифровая транкинговая радиосвязь TETRA (APCO 25, Tetrapol, IDEN, пр.);
- пикосотовая радиосвязь DECT.

Наиболее перспективной и динамично развивающейся является промышленная радиосвязь на основе стандарта DECT.

Основные принципы организации промышленной радиосвязи стандарта DECT:

- высокая емкость сотовой структурированной сети доступа;
- высокая мобильность абонентов радиосети;
- большая гибкость структуры и конфигурации сети;
- надежный и безопасный радиодоступ;
- качество передачи речевого сигнала, сопоставимое с телефонией;
- гибкость по отношению к потребностям пропускной способности;
- возможность создания расширенной радиосети с большим количеством и плотностью абонентов на единицу площади.

Этот стандарт определяет основные характеристики системы и то, как она функционирует [2, с. 6].

К характеристикам стандарта следует отнести:

- автоматическое частотное планирование на основе распределенного алгоритма (динамическое распределение каналов);
- возможность интеграции услуг мобильной и фиксированной проводной связи;
- низкое энергопотребление благодаря особой технологии создания архитектуры сети.
- дополнительное кодирование каналов для обеспечения скрытности;

Технология DECT не только поддерживает возможность передачи голосовых сообщений, но и позволяет абонентам работать с мультимедийными приложениями, которые не требуют от канала связи сверхвысоких скоростей (устройства считывания штрих-кодов), но требуют высокоскоростного доступа в Интернет, передачи данных с коммутацией пакетов и использования протоколов беспроводного доступа. Устройства на базе технологии DECT могут обеспечивать скорость канала передачи данных в подземных сооружениях на скоростях 552 кбит/с, а при внедрении и использовании новых более совершенных методов модуляции скорость может быть увеличена и достигает величины 2 Мбит/с.

Как уже отмечалось выше, сети промышленной связи на основе технологии DECT организованы по принципам пикосотовой связи. В идеале форма соты представляет собой правильный шестиугольник. Однако на практике невозможно достичь такой формы соты, поэтому практически на границах сот они перекрываются и накладываются друг на друга. Практически это означает, что происходит переключение абонента с одной базовой станции на другую. Связь должна устанавливаться с тем устройством базовой станции, сигнал которой на абонентском устройстве является наиболее сильным [2, с. 32]. Соседние соты используют различные радиоканалы, поэтому связь может быть прервана при переходе от обслуживания одной базовой станции к обслуживанию другой. Однако прерывание сеанса связи неприемлемо в условиях подземного промышленного объекта, так как может повлечь серьезные последствия. Для решения этой проблемы разработан и включен в стандарт процесс hand over (рис. 1).

Стоит отметить, что иногда хэндовер может происходить с недостаточной скоростью, чтобы воспрепятствовать ситуациям быстрого замирания. В этом случае в базовом радиоблоке может быть предусмотрен вариант организации канала связи с разнесенными антеннами. В стандарте DECT поддерживается протокол сигнализации для контроля за выбором антенны базового радиоблока с мобильного радиоприемника. Так как канал связи между базовым радиоблоком и абонентским радиоблоком является дуплексным с временным разделением, то выбор наиболее подходящей в данных конкретных условиях антенны базового радиоблока позволяет улучшить качество передачи информации не только по восходящему каналу, но и по нисходящей линии передачи.

Однако стоит отметить, что вышеперечисленные методы повышения помехоустойчивости являются работоспособными лишь с учетом некоторых ограничений (например, ограничения по скорости передачи данных).

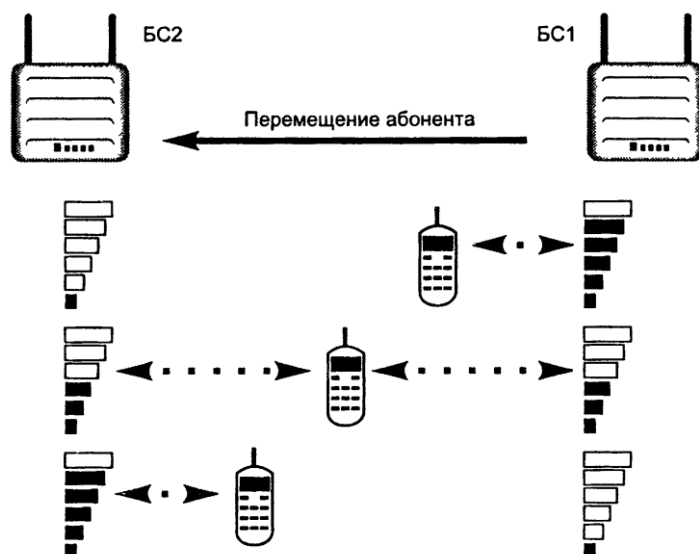


Рис. 1. Межсотовый хэндовер в системе промышленной связи DECT

Хэндовер в системах DECT – это способ ухода от каналов, подверженных воздействию сильных электромагнитных помех. Однако он может быть недостаточно быстрым, чтобы бороться с быстрыми замираниями. Для этой цели используются методы разнесенного приема. Выбор антенны позволяет улучшить качество передачи сигнала не только по восходящему, но и по нисходящему каналу на невысокой скорости. MC/TDMA/TDD, постоянный динамический диапазон, выбор определенного канала, процедуры хэндовера в стандартах DECT – все это говорит о хорошей совместимости и качестве работы даже в условиях воздействия сильных электромагнитных помех разной природы возникновения, разных диапазонов частот и уровня мощности.

В настоящее время системы связи на основе этого стандарта активно внедряются на многих промышленных подземных объектах. Стандарт развивается, в настоящее время разрабатываются следующие приложения [4]:

- модификации, необходимые для достижения более высоких скоростей передачи, позволяющих использовать стандарт для качественной передачи мультимедийной информации и приложений;
- двухмодовые терминалы, поддерживающие не только стандарт DECT, но и GSM или DCS1800, а также терминалы, способные работать сразу с несколькими различными сетями одновременно.

Технология DECT сегодня является наиболее перспективной и передовой. Гибкая архитектура, широкий набор услуг, удобные и надежные способы доступа характеризуют эту технологию как одну из наиболее привлекательных для использования на промышленных объектах в условиях

повышенного внимания к качеству и надежности радиосвязи между техникой и персоналом.

Таким образом, важными представляются дальнейшие исследования видов помех, существующих на специфических промышленных объектах, особенностей их происхождения и законов распространения, влияния на показатели канала передачи, а также методов повышения помехоустойчивости и помехозащищенности телекоммуникационных каналов подземных сооружений.

Список литературы

1. *Вербин, А.С.* Обоснование выбора технологии радиосвязи промышленных объектов / А. С. Вербин // Материалы международной научно-технической конференции 14–17 ноября 2011. Часть 3. – СПб., 2011. – С. 105–107.

2. *Дигнес, С.И.* Мобильная связь: технологии DECT / С.И. Дигнес. – М. : СОЛОН-Пресс, 2003. – 272 с. – (Сер. «Библиотека инженера»).

3. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации / А. Г. Зюко, А. И. Фалько, И. П. Панфилов, В. Л. Банкет, П. В. Иващенко / под ред. А. Г. Зюко. – М. : Радио и связь, 1985. – 272 с.

4. Перспективы развития DECT-систем. – URL: http://www.prodict.ru/article_070819_1.html. Дата обращения: 24.10.12.

5. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем : учебное пособие / под ред. д.т.н., проф. М. А. Быховского. – М. : Эко-Трендз, 2006. – 376 с.

А. М. Чуднов, А. В. Овчинников

ПОСТАНОВКА И ДЕКОМПОЗИЦИЯ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ПОМЕХ

Военная академия связи им. С.М. Буденного

E-mail: Chudnow@yandex.ru, Ovchinnicow@yandex.ru

Введение

В работе изучаются вопросы разработки системы передачи информации (СПИ), функционирующей в условиях помех, формируемых источником (постановщиком помехи) в целях нарушения процесса передачи информации в системе. Исследование систем в конфликтных условиях осуществляется на основе методов теории игр, направленных на обеспечение эффективного функционирования систем при оптимизированных стратегиях конфликтной стороны [1, 2]. В [2–4] исследовались теоретические основы анализа и синтеза СПИ, функционирующих в условиях воздействия оптимизированных помех при различных видах ограничений на формируемые

сигналы и помехи. В [3] получены границы скорости передачи информации при ограниченной средней мощности оптимизированной помехи.

В настоящей работе предложены модели, направленные на постановку и решение задач анализа и синтеза СПИ на канальном и физическом уровнях эталонной модели взаимодействующих открытых сетей (ЭМВОС) [5] с учетом реальных возможностей источника помехи (ИП) по постановке оптимизированных помех. Сформулированы игровые задачи анализа и синтеза алгоритмов передачи информации на уровнях: физическом (формирование и обработка сигналов), кодирования/декодирования и управления блоками данных (организация переспросов и восстановления блоков). Приведена методика представления решения общей задачи синтеза СПИ в виде композиции решений частных задач, полученных на различных уровнях иерархии.

Постановка общей задачи с использованием обобщенной модели взаимодействия системы передачи данных с источником помех. Задача синтеза оптимальной СПИ в условиях оптимизированных помех [2] формулируется как игра $G = \langle F_X, F_Y, R \rangle$, где F_X, F_Y – множества допустимых стратегий СПИ и источника помехи (ИП), а $R(F_X, F_Y)$ – функция выигрыша – показатель эффективности функционирования СПИ, в качестве которого принимается скорость передачи информации.

Решение сформулированной игровой задачи соответствует решениям двух оптимизационных задач в минимаксных постановках:

1) задача синтеза СПИ по минимаксному показателю

$$R \inf (F_X) = \inf R(F_X, F_Y) \Rightarrow \max; \quad (1)$$

2) задача синтеза ИП по максиминному критерию

$$R \sup (F_Y) = \sup R(F_X, F_Y) \Rightarrow \min, \quad (2)$$

где \inf и \min определяются по всем $F_Y \in F_Y$, а \sup и \max по всем $F_X \in F_X$.

Полагается, что разработка системы передачи информации осуществляется при ограничениях, обусловленных следующими условиями:

1) требуемая достоверность передачи информации характеризуется вероятностью $P_{\text{ош}}$ ошибочного приема бита, которая не должна превышать предельно допустимое значение P^* ; 2) ограничено превышение средней мощности оптимизированной помехи над средней мощностью сигнала δ .

Тогда, как установлено в [4], в игре G существует значение

$$R^* = \text{val}(G) = \sup \inf R(F_X, F_Y) = \inf \sup R(F_X, F_Y), \quad (3)$$

причем при $P_{\text{ош}} \leq P^*$ и заданном превышении помеха/сигнал δ величина R^* удовлетворяет неравенствам (границам) $k_1 P / \delta \leq R^* = R^*(\delta, P^*) \leq k_2 P / \delta$, где $k_1 \approx 0,04$; $k_2 \approx 0,167$ и $P \leq 0,08$.

Поскольку нижняя граница скорости передачи данных (левое неравенство) соответствует просто реализуемому алгоритму формирования и обработки двоичных псевдослучайных сигналов, то интерес представляют лишь

алгоритмы передачи данных F_X , для которых обеспечивается: $R(\delta, P^* | F_X) \stackrel{\text{def}}{=} \inf R(F_X, F_Y) > k_1 P^* / \delta$.

В целях нахождения эффективных практически реализуемых алгоритмов повышения достоверности сформулированная общая задача анализа и синтеза СПИ, соответствующая игре G , декомпозируется по уровням иерархии.

Модель взаимодействия системы передачи данных с источником помехи на физическом уровне. Постановка задачи анализа и синтеза алгоритма формирования и приема сигналов. Задачи анализа и синтеза систем повышения достоверности в условиях оптимизированных помех на физическом уровне направляются, с одной стороны, на анализ и разработку алгоритмов формирования и приема сигналов, а с другой – на постановку оптимизированных помех. При этом, как известно [3], формируемые на физическом уровне сигналы (сигнально кодовые конструкции) должны быть рандомизированными (псевдослучайными), а решающее правило может выбираться в классе нерандомизированных решающих правил, т. е. может быть задано детерминированным оператором.

При решении задач разработки сигнально-кодовых конструкций в условиях оптимизированных помех, как правило, используются допущения, обусловленные практическими условиями взаимодействия системы связи с постановщиком помех.

1. Взаимное расположение источника сигналов, приемника сигналов и источника помех таково, что не обеспечивается возможность постановки помехи «вслед сигналу», т. е. невозможно на длительности псевдослучайного элемента сигнала сформировать помеху, оптимизированную для данной реализации сигнала в точке приема. Аналогично невозможно сформировать сигнал, оптимизированный для реализации помехи, воздействующей на сигнал в точке приема.

2. Реализация сигнально-кодовой конструкции (детерминированный ансамбль сигналов) на каждом шаге (при передаче каждого элементарного фрагмента данных) может выбираться передатчиком независимо от использованных ансамблей сигналов на предыдущих шагах. Аналогично реализация помехи на каждом шаге может выбираться независимо от ранее использованных реализаций помех на предыдущих шагах.

В этих условиях, как показано в [2], общая игровая задача на множестве динамических стратегий управления может быть корректно редуцирована в одношаговую игру на множестве статических стратегий (псевдослучайные сигналы плюс решающее правило приема, с одной стороны, и оптимизированное в среднем распределение помехи – с другой).

Алгоритм формирования псевдослучайных m -позиционных сигналов задается вероятностной мерой $F_{X_{\text{пер}}} = \mu(\partial s)$ на σ -алгебре подмножеств E^{nm} , где E^n – n -мерное евклидово пространство, векторы которого интерпретируются как реализации формируемых передатчиком СПИ сигналов. При

этом каждый раз для передачи m -позиционного сообщения (символа алфавита) передатчик выбирает соответствующий сообщению сигнал из псевдослучайно сформированного ансамбля сигналов $s = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$.

Алгоритм приема сигналов (решающее правило приемника) задается оператором $F_{X_{пр}}: E^n \rightarrow \{0, 1, \dots, m\}$, формирующим j -й символ алфавита (возможно, включая символ стирания «0») при поступлении на вход приемника сигнала $u = s_i + v + \xi$, где s_i, v, ξ – реализации переданного сигнала оптимизированной и случайной помехи соответственно.

Стратегия постановки помехи описывается вероятностной мерой $F_{Y1} = \mu_1(\delta v)$, определяющей распределение вероятностей на множестве реализаций помехи $v \in E^n$.

Скорость передачи физического уровня равна $R_1 = \log(m)/n$ и в общем случае определяется зависимостью: $R_1(F_{X1}, F_{Y1}) = R_1(\delta, P_{ош1}, P_{ст1} | F_{X1}, F_{Y1})$, где $F_{X1} = \langle F_{X_{пер}}, F_{X_{пр}} \rangle$ – алгоритм формирования и приема сигналов, F_{Y1} – алгоритм источника помехи.

Известно [2], что в данной постановке задачи существует оптимальный алгоритм формирования и приема сигналов, с одной стороны, и стратегия постановки помехи – с другой. В оптимальном случае сигналы должны быть рандомизированы, а алгоритм приема может выбираться в классе нерандомизированных решающих правил.

Таким образом, задача анализа и синтеза алгоритма повышения достоверности на физическом уровне формализуется в виде игры $G_1 = \langle F_{X1}, F_{Y1}, R_1 \rangle$, где F_{X1}, F_{Y1} – множества определенных на физическом уровне стратегий СПИ и источника помехи, и состоит в решении двойственных минимаксных задач, формулируемых аналогично (1), (2).

Решение игры G_1 определяет гарантированно достижимое с любой точностью ($\varepsilon > 0$) значение скорости передачи на данном уровне для заданных значений параметров $\delta, P_{ош1}, P_{ст1}$:

$$R_1^* = \text{val}(G_1) = R_1^*(\delta, P_{ош1}, P_{ст1}) = \sup \inf R_1(F_{X1}, F_{Y1}).$$

Постановка задачи анализа и синтеза алгоритма кодирования/декодирования. На уровне кодирования/декодирования на основе последовательности k символов источника информации (информационной последовательности) кодером формируется кодовый блок длины n . На вход декодера с физического уровня поступает n -элементная последовательность, в которой могут содержаться ошибочно принятые символы и символы стирания. В общем случае декодером на основе принятой с физического уровня последовательности принимается решение о выдаче на более высокий уровень (управления блоками данных) восстановленной информационной последовательности или стертого блока. Рассматривается работа декодера в режиме декодирования с исправлением и обнаружением ошибок и стираний, поступающих с физического уровня.

Учитывая, что воздействие постановщика помех происходит на физическом уровне, задача синтеза системы повышения достоверности уровня кодирования направляется на разработку оптимального кода и режима его декодирования. Задачей оптимизации источника помех является определение наилучшего распределения $F_{Y2} = \mu_2(\partial\nu)$, помехи на интервале кодового блока.

Скорость передачи уровня кодирования/декодирования равна скорости передачи кода $R_2 = k/n$ и определяется зависимостью

$$R_2(F_{X2}, F_{Y2}) = R_2(P_{\text{ош1}}, P_{\text{ст1}} | F_{X2}, F_{Y2}),$$

где $F_{X2} = \langle F_{X\text{код}}, F_{X\text{дек}} \rangle$ – алгоритм кодирования/декодирования; F_{Y2} – алгоритм источника помехи.

Таким образом, задача анализа и синтеза СПИ на уровне кодирования/декодирования формализуется в виде игры $G_2 = \langle F_{X2}, F_{Y2}, R_2 \rangle$, решение которой дает, с одной стороны, оптимальные (ϵ -оптимальные) в рассматриваемых классах алгоритмы кодирования/декодирования и постановки помехи и, с другой стороны, гарантированно достижимое с любой точностью ($\epsilon > 0$) значение скорости передачи на данном уровне

$$R_2^* = \text{val}(G_2) = R_2^*(P_{\text{ош1}}, P_{\text{ст1}}, P_{\text{ош2}}, P_{\text{ст2}}) = \sup \inf R_2(F_{X2}, F_{Y2})$$

для заданных значений $P_{\text{ош1}}, P_{\text{ст1}}, P_{\text{ош2}}, P_{\text{ст2}}$.

На практике код подбирается с максимальным кодовым расстоянием d , а режим декодирования определяется заданием значения максимальной кратности исправляемых ошибок $t < d/2$.

Постановка задачи управления каналными блоками. Управление каналными блоками состоит в организации восстановления каналных блоков, стертых на уровне кодирования/декодирования СПИ. Восстановление стертых блоков может осуществляться на основе введения в последовательность передаваемых блоков дополнительной избыточности, зависящей от служебной информации, поступающей из обратного канала.

В простейших случаях по обратному каналу в качестве служебной информации передаются, так называемые, сигналы «переспроса» или «подтверждения», в соответствии с которыми в прямом канале осуществляется повторение переспрашиваемого блока или передача очередного каналного блока данных.

Задача анализа и синтеза СПИ уровня управления каналными блоками формализуется в виде игры $G_3 = \langle F_{X3}, F_{Y3}, R_3 \rangle$, где F_{X3}, F_{Y3} – множества определенных на данном уровне стратегий СПИ и источника помехи.

При этом стратегия СПИ описывается распределением вероятностей на множестве значений $P_{\text{ош2}}, P_{\text{ст2}}$, которое, в свою очередь, рандомизируется вероятностной мерой $F_{Y3} = \mu_3(\partial\nu)$, определяющей распределение помехи между кодовыми блоками.

Например, для алгоритмов переспроса, обеспечивающих повторную

передачу только стертых на уровне кодирования/декодирования кодовых блоков в предположении незначительного количества избыточных данных, передаваемых в системе для организации обмена служебной информацией, можно принять: $R_3 = 1 - P_{ст2}$ и $P_{ош} = P_{ош2} / 2R_2$, где, очевидно, $P_{ош2} \leq R_2$.

В данном случае алгоритм управления канальными блоками определен и задача сводится к оптимизации стратегии постановки помехи F_{Y3} .

Композиция алгоритмов различных уровней иерархии. На основе решения частных игровых задач G_1, G_2, G_3 можно получить решение общей задачи G . Для этого достаточно представить показатель $R(F_X, F_Y)$ (в доминирующем множестве алгоритмов) в виде

$$R(F_X, F_Y) = R_1^*(\delta, P_{ош1}, P_{ст1}) R_2^*(P_{ош1}, P_{ст1}, P_{ош2}, P_{ст2}) R_3^*(P_{ст2}, P_{ош2}) = R_K(\delta, P_{ош1}, P_{ст1}, P_{ош2}, P_{ст2})$$

Из последнего выражения видно, что рандомизированные алгоритмы СПИ и постановщика помех определяются функциями распределения величины δ , с одной стороны, и вероятностями $P_{ош1}, P_{ст1}, P_{ош2}, P_{ст2}$ – с другой, и находятся в результате решения при использовании смешанных стратегий композиционной игры $G_K = \langle E, E^A, R_K \rangle$.

Оптимальный минимаксный алгоритм СПИ в классе нерандомизированных стратегий может быть получен на основе решения задачи четырехпараметрической оптимизации:

$$V\delta \{R_K(\delta; P_{ош1}, P_{ст1}, P_{ош2}, P_{ст2})\} \Rightarrow \max, \quad (4)$$

где оператор $V\delta \{f\}$ обозначает выпуклую (снизу) оболочку функции f по аргументу δ [3].

Зачастую требования по достоверности передачи данных задаются ограничениями на вероятность ошибки выдачи кодового блока, т. е. неравенством $P_{ош2} \leq P_{ош2}^*$. В этом случае задача (4) преобразуется в задачу трехпараметрической оптимизации.

Заключение. На основе рассмотренной методики проведен анализ ряда просто реализуемых алгоритмов систем повышения достоверности, использующих на физическом уровне и уровне кодирования/декодирования мягкие алгоритмы принятия решений. Определены условия эффективности использования данных алгоритмов в условиях оптимизированных помех.

Список литературы

1. Бертсекас, Д. Стохастическое оптимальное управление: случай дискретного времени / Д. Бертсекас, С. Шрив. – М. : Наука, 1985.
2. Чуднов, А. М. Помехоустойчивость линий и сетей связи в условиях оптимизированных помех / А. М. Чуднов. – Л. : «ВАС», 1986.
3. Чуднов, А. М. Теоретико-игровые задачи синтеза алгоритмов формирования и приема сигналов / А. М. Чуднов. – М. : Проблемы передачи информации, 1991, №3, с.57–65.

4. Жодзишский, М.И. Оптимальная поотсчетная обработка сигналов на фоне помех с произвольным распределением / М. И. Жодзишский. – М. : «Радиотехника». – 1983. – № 2. – С. 40-44.

5. Протоколы информационно-вычислительных сетей / Под ред. И. А. Мизина. – М. : Радио и связь, 1990.

В. В. Фицов

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОГО ТРАФИКА И ЕГО ГЕНЕРАЦИЯ ПРИ НАГРУЗОЧНОМ ТЕСТИРОВАНИИ СЕТЕВЫХ УСТРОЙСТВ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича*

E-mail: noldi@sotsbi.spb.ru

Для проведения расчета требуемого оборудования пакетной сети и его проверки при заданных параметрах QoS необходимо иметь модель инфокоммуникационного трафика, который сеть планирует обслуживать. Сложность заключается в том, что в современной сети возникает трафик от множества услуг и работы служебных протоколов. Только от одного пользователя сети может возникать неоднородный трафик (например, при предоставлении абонентам Triple Play). На уровне агрегации сервис провайдер может разделять потоки трафика, используя traffic engineering (TE) технологии MPLS, на отдельные виртуальные каналы для передачи трафика речи, видео или данных. Ситуация осложняется тем, что основная нагрузка на сеть создается файлообменными сетями при передаче видеофайлов и при услугах IPTV, в то время как услуги VoIP создают меньшее количество трафика, но наиболее требовательны к параметрам QoS.

Современные западные исследования доказывают, что сетевой трафик является самоподобным или фрактальным по структуре (пульсирующим в широких временных пределах). Самоподобность может возникать в результате объединения множества отдельных источников, периоды сессий которых имеют распределение с тяжелыми хвостами и бесконечные дисперсии (например, подчиняются распределению Парето). При этом целесообразнее рассматривать самоподобие трафика на примере каждого вида услуг при объединении трех его компонент: данных, речи и видео. Интересным моментом является то, что самоподобность сохраняется в случаях изменения предельной пропускной способности, емкости буфера, а также смешении с перекрестным трафиком, обладающим другими характеристиками [1]. Интернет-трафик, состоящий из пакетов, можно аппроксимировать пуассоновским процессом, управляемым цепью Маркова (MMPP) [2]. На основе цепи Маркова разработан ряд моделей процесса заполнения буфера. Для аппрок-

симации продолжительности пользовательских сессий также используют основное распределение Парето с соответствующими коэффициентами. Если необходимо учитывать то, что некоторые реальные пользовательские сессии могут оказаться большей длительности, применяют ограниченное распределение Парето. Изменение количества пользователей, создающих запросы на получение различных потоков трафика, определяется пуассоновским процессом [3]. Важным моментом является тот факт, что из-за особенностей принципов сжатия видео при передаче видеотрафик отличается от трафика данных и речи, в результате чего модели и выводы, полученные для видео, не могут быть применены к другим типам трафика [1].

Однако встречается трафик, порождаемый не пуассоновским процессом. В таком случае анализ его статистических характеристик, корреляции и проверки его на самоподобие проводится из расчетов, основанных на применении спектральной плотности мощности последовательности случайных интервалов времени между событиями, формула которой получена в [4].

В исследовании Y. Joо [5] предлагается другой подход, основанный на использовании «игрушечной» сети в качестве первоначальной модели изучения динамики трафика в масштабных пакетных сетях, в том числе в сети Интернет. Зачастую такие исследования проводят в моделируемых с помощью программного обеспечения сетях.

Как было показано выше, существуют различные методы статистического исследования и представления трафика. Они накладываются на реальные сети, чтобы оценить их возможности по пропуску трафика или рассчитать необходимое количество оборудования. Однако не всегда такие математические модели, построенные на законах распределения, соответствуют реальности. Существует другой подход, помимо использования различных приближенных к реальности математических моделей трафика, он заключается в воспроизведении записи трафика из реальной сети с заданным уровнем нагрузки.

Каждое сетевое устройство или весь сегмент сети следует подвергать тестированию на определенный тип нагрузки, создаваемой определенным трафиком перед вводом в эксплуатацию новой услуги или оборудования. Виды тестирования следующие: на соответствие технологии, нагрузочное и взаимодействия. Если в области телекоммуникационных протоколов в международных документах различных стандартизирующих организаций достаточно полно описаны тестовые сценарии соответствия, то в области сетевых протоколов приходится опираться только на стандарт самого протокола или технологии. Вследствие этого такое тестирование проводится на основе методик частных производителей тестеров или сетевого оборудования. Для нагрузочного тестирования сетевого оборудования существует международный документ RFC-2544, а также даны определения в RFC-1242. Однако он не предусматривает особенности работы оборудования частных производителей, например механизмы адаптации к возрастающей нагрузке на се-

тевое устройство. Тестирование взаимодействия оборудования разных производителей подобно совместному тестированию нескольких устройств, для чего каждый раз создается опытный сегмент сети. Для проведения всех этих видов тестирования используют специализированные генераторы трафика, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики генераторов трафика

Название	Параметры генерации	Интерфейсы	Параметры вывода статистики	Тесты	Ген. протоколы
Анализатор CN-100 (Compass)	Изменение параметров протоколов L2, L3, L4. Мультипоточность. Размеры кадра	10/100 Mbps, 1Gbps.	Скорость, кол. данных, кол. ошибок, кол. пакетов ARP, VLAN, MPLS	RFC2544 (3 из 6), RFC2889 LAN QoS	ICMP, IGMP, ARP, RARP, VLAN TCP, UDP, MPLS
Анализатор качества MD1230B (Anritsu)	Мультипоточность. Эмуляция потерь, ошибок, задержек	10/100 Mbps, 1/10 Gbps (SX, LX, LH, ZX/SR,LR,ER)	Отчеты с результатами измерений. OAM Ethernet	RFC2544 RFC2889 QoS, PON, IPTV, negotiation	PPP, ARP, ICMP, IGMP, BGP4, OSFP, MPLS
Анализатор ХТТ 5000 (Sunrise Telecom)	Изменение параметров протоколов L2, L3, L4. Мультипоточность. Изменение формы трафика. Изменение VLAN ID, приоритета и параметров MPLS	10/100 Mbps, 1/10 Gbps	Графические отчеты с результатами измерений	RFC2544 (4 из 6), BER, ToS, VLAN, параметры L2,3,4	IP, TCP, UDP, HTTP, FTP, ICMP, VLAN (Q-in-Q), MPLS
Анализатор ParaScope GigE (FE)	Изменение формы трафика	10/100 Mbps, 1Gbps (base-T/base-X).	Режим мониторинга HUB	Опр. длины кабеля, RFC2544 (4 из 6), BER, производительность	DIX/802.3 SNAP

Окончание табл. 1

Название	Параметры генерации	Интерфейсы	Параметры вывода статистики	Тесты	Ген. протоколы
Универсальный тестер HST-3000 (JDSU)	full/half duplex	10/100 Mbps, 1Gbps (base-T/base-X)	-	VoIP (ош. прот-ла, QoS), IP Video	VLAN, MPLS, IpoE, PPPoE, H.323, RTP/RTCP, SIP, SCCP, IGMP, RTSP
Анализатор THG (Finisar)	-	10/100 Mbps, 1 Gbps.	-	-	-
Тестер NuStreams-600/2000i (XTRAMUS)	-	10/100 Mbps, 1/10 Gbps	Анализ L2-7	Задержка коллизии	-
Универсальный тестер valanche (Spirent Communications)	Генерация сетевых атак с различных IP-адресов	10/100 Mbps, 1Gbps (base-T/base-X)	Захват/воспроизведение трафика	Вредоносный трафик, QoS	HTTP, FTP, DNS, RADIUS, ICMP, DHCP, PPPoE, IP-Sec BitTorrent, SKYPE, Q-in-Q, TCP, UDP, SSL, SIP, RTP, IGMP, NAC

Предпочтение обычно отдается универсальным генераторам трафика, позволяющим не только провести нагрузочное тестирование, но и проверить большинство применяемых оборудованием технологий. Трафик с генератора может пропускаться как через одно проверяемое устройство, так и через сегмент сети. Для возможности проверки работы оборудования в условиях, приближенных к реальным, генератору необходимо поддерживать различные модели генерации трафика в соответствии с законами распределения, более сложными математическими моделями или на основе частных записей работы реальных пакетных сетей.

Разработка универсального генератора трафика ведется в научно-образовательном центре исследования проблем инфокоммуникационных технологий и протоколов (НОЦ ИКТ) в СПбГУТ, где создается технопарк

сетевого оборудования операторского класса различных производителей. При разработке генератора трафика были заложены возможности: определения всех параметров поддерживаемой технологии, создания тестирования по определенному сценарию, проведения автоматизированного нагрузочного тестирования в соответствии с RFC-2544, генерации с указанием различных MAC- и IP-адресов источника, использования законов распределения (реализован пуассоновский процесс порождения трафика) и более сложных математических моделей. Также ведутся разработки по использованию при генерации образцов трафика собранного из действующих пакетных сетей. В НОЦ ИКТ в ходе исследовательских работ при участии магистров и студенческого научного общества с различных факультетов СПбГУТ создаются методики тестирования сетевых протоколов и технологий.

На данный момент существует достаточно много моделей поведения трафика, и очевидно, что наиболее точные результаты можно получить при проведении тестирования оборудования, генерируя различные модели сетевого трафика. При этом ключевым фактором является устройство, позволяющее сгенерировать трафик по выбранному методу или математической модели, – генератор трафика.

Список литературы

1. *Косивцов, П.* Поведение IP-трафика в сетях NGN / П. Косивцов // Технологии и средства связи. – 2009. – № 5. – Ноябрь. – 16–18 с.
2. *Balachandran, A.* Hot-Spot Congestion Relief in Public-area Wireless Networks / A. Balachandran, G. M. Voelker, P. Bahl // Proceedings of the 4-th IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications IEEE Computer Society. – 2002. – June.
3. *Papoulis, A.* Probability, random variables, and stochastic processes / A. Papoulis // WCB. – 1991. – 666 с.
4. *Кокс, Д.* Статистический анализ последовательностей событий / Д. Кокс, П. Льюис. – М. : Мир, 1969. – 312 с.
5. *Joo, Y.* TCP/IP traffic dynamics and network performance: A lesson in workload modeling, flow control, and trace-driven simulation / Y. Joo, V. Ribeiro, A. Feldmann, A. C. Gilbert, W. Willinger // Proceedings of the 2001 ACM SIGMETRICS Conference. – April 2001. – 25–37 с.

**РАЗРАБОТКА СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ
В УСИЛЕННОМ СМЫСЛЕ M -ИЧНЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ
МНОГОЧАСТОТНЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ
ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

E-mail: bskamenetskiy@gmail.com

На сегодняшний день стандарты связи с применением широкополосных сигналов (ШПС), к числу которых относятся, например UMTS и CDMA 2000, постоянно совершенствуются. Активно ведется разработка стандартов связи нового поколения [1]. При этом во многих областях радиосвязи требуются ШПС, не обладающие детерминированной структурой. Следовательно, разработка способов формирования новых ШПС – актуальная задача.

Тенденцией развития ШПС является переход к M -ичным ШПС, что позволяет приблизиться к пределу Шеннона по пропускной способности канала. Из работы [2] известно, что при M -ичной передаче данных ортогональные сигналы оптимальны. А применение сигналов, ортогональных в усиленном смысле в соответствии с работой [3], обеспечивает существенное упрощение оптимального некогерентного приема.

Применение многочастотных сигналов в радиосистемах позволяет обеспечить большую ширину спектра и соответственно большую базу и помехозащищенность при наличии помех в канале. Кроме того, реализуется эффект частотного разнесения и обеспечивается более эффективный многостанционный доступ. Все это обусловило конвергенцию технологий OFDM и CDMA, начало которой было положено еще в 90-е годы.

В работе [4] была предложена методика и алгоритм синтеза ортогональных в обычном смысле M -ичных стохастических параллельно-последовательных широкополосных сигналов (СМПШПС). Обобщим эту методику для формирования ансамбля ортогональных в усиленном смысле СМПШПС.

k -й вариант СМПШПС в комплексном виде можно записать так:

$$S_k(t) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^l g[t - (j-1)t_u] [\rho_{1ij}^{(k)} \cos \omega_i t - \rho_{2ij}^{(k)} \sin \omega_i t + \sqrt{-1} \rho_{1ij}^{(k)} \sin \omega_i t + \sqrt{-1} \rho_{2ij}^{(k)} \cos \omega_i t] \cdot (1)$$

В выражении (1) i – номер поднесущей СМПШПС ($i=1 \dots m$); m – количество поднесущих; j – номер субэлемента СМПШПС ($j=1 \dots l$); l – количество временных субэлементов СМПШПС длительностью $t_u = \frac{T}{l}$;

T – длительность сигнала; функция $g[t - (j-1)t_u]$ – срезающая функция, определяемая соотношением:

$$g(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } 0 \leq t \leq t_u \\ 0 & \text{при других } t \end{cases}, \quad (2)$$

$\rho_{1ij}^{(k)}$ и $\rho_{2ij}^{(k)}$ – хаотические квадратурные составляющие сигнала, а ω_i – частота i -й поднесущей.

Расстояние между соседними частотными составляющими ω_i и ω_{i+1} будем считать одинаковым и соответствующим условию ортогональности:

$$\Delta\omega = 2\pi\Delta f = \frac{1}{t_u}. \quad (3)$$

$\rho_{1ij}^{(k)}$ и $\rho_{2ij}^{(k)}$ могут быть сформированы, например, из отрезков аналоговой псевдослучайной последовательности (АПСП). Это обеспечит отсутствие у сигналов вида (1) детерминированной структуры.

Ниже в математической форме записано определение ортогональных в усиленном смысле сигналов:

$$\left(\begin{matrix} \dot{S}_r(t), \dot{S}_l(t) \end{matrix} \right) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \dot{S}_r(t) \dot{S}_l(t) dt = 0. \quad (4)$$

В выражении (4) "*" обозначает знак комплексного сопряжения.

Пользуясь известной формулой (4) для скалярного произведения комплексных функций [1], получим ансамбль из двух ортогональных в усиленном смысле сигналов посредством процесса ортогонализации Грама–Шмидта:

$$\dot{S}_{2o} = \dot{S}_2 - \frac{(\dot{S}_2, \dot{S}_1)}{\|\dot{S}_1\|} \dot{S}_1, \quad (5)$$

где \dot{S}_1 и \dot{S}_2 – исходные комплексные аналитические сигналы, а \dot{S}_{2o} – сигнал, ортогональный к \dot{S}_1 .

Комплексные коэффициенты Фурье для 1-й частоты и 1-го временного субэлемента сигнала выражаются следующим образом:

$$\rho_{11}^{(1)} = \rho_{111}^{(1)} + j\rho_{211}^{(1)}. \quad (6)$$

В дальнейшем, если номер частоты и временного субэлемента определены (как это было сделано выше), соответствующие индексы будут опущены.

Пользуясь выражением (1), а также выражением (5) и не приводя ряд промежуточных математических операций, получаем, что

$$\begin{aligned} \dot{S}_{2o} = & \left(\left(\rho_1^{(2)} - \rho_1^{(1)} \frac{(\rho_1^{(1)} \rho_1^{(2)} + \rho_2^{(1)} \rho_2^{(2)})}{(\rho_1^{(1)})^2 + (\rho_2^{(1)})^2} + \rho_2^{(1)} \frac{(-\rho_1^{(2)} \rho_2^{(1)} + \rho_1^{(1)} \rho_2^{(2)})}{(\rho_1^{(1)})^2 + (\rho_2^{(1)})^2} \right) + \right. \\ & \left. + j \left(\rho_2^{(2)} - \rho_2^{(1)} \frac{(\rho_1^{(1)} \rho_1^{(2)} + \rho_2^{(1)} \rho_2^{(2)})}{(\rho_1^{(1)})^2 + (\rho_2^{(1)})^2} - \rho_1^{(1)} \frac{(-\rho_1^{(2)} \rho_2^{(1)} + \rho_1^{(1)} \rho_2^{(2)})}{(\rho_1^{(1)})^2 + (\rho_2^{(1)})^2} \right) \right) \times (\cos(\omega t) + j \sin(\omega t)). \end{aligned} \quad (7)$$

Отсюда следует, что

$$\dot{S}_{2o} = \rho_{1o}^{(2)} + j \rho_{2o}^{(2)} (\cos(\omega t) + j \sin(\omega t)), \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} \rho_{1o}^{(2)} &= \rho_1^{(2)} - \rho_1^{(1)} \frac{(\rho_1^{(1)} \rho_1^{(2)} + \rho_2^{(1)} \rho_2^{(2)})}{(\rho_1^{(1)})^2 + (\rho_2^{(1)})^2} + \rho_2^{(1)} \frac{(-\rho_1^{(2)} \rho_2^{(1)} + \rho_1^{(1)} \rho_2^{(2)})}{(\rho_1^{(1)})^2 + (\rho_2^{(1)})^2}; \\ \rho_{2o}^{(2)} &= \rho_2^{(2)} - \rho_2^{(1)} \frac{(\rho_1^{(1)} \rho_1^{(2)} + \rho_2^{(1)} \rho_2^{(2)})}{(\rho_1^{(1)})^2 + (\rho_2^{(1)})^2} - \rho_1^{(1)} \frac{(-\rho_1^{(2)} \rho_2^{(1)} + \rho_1^{(1)} \rho_2^{(2)})}{(\rho_1^{(1)})^2 + (\rho_2^{(1)})^2}. \end{aligned} \quad (9)$$

Таким образом, были получены выражения для формирования из АПСИ квадратурных составляющих СМПШПС, ортогонального в усиленном смысле к некоторому исходному.

Формулы (9) работают для любого числа временных субэлементов сигнала, кроме 1, и для любого числа поднесущих:

$$\begin{aligned} \rho_{1ij}^{(k)} &= \rho_{1ij}^{(k)} - \sum_{r=1}^{k-1} \left(\rho_{1ij}^{(r)} \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^m \left(\frac{(\rho_{1ij}^{(r)} \rho_{1ij}^{(k)} + \rho_{2ij}^{(r)} \rho_{2ij}^{(k)})}{(\rho_{1ij}^{(r)})^2 + (\rho_{2ij}^{(r)})^2} \right) - \rho_{2ij}^{(r)} \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^m \left(\frac{(-\rho_{1ij}^{(k)} \rho_{2ij}^{(r)} + \rho_{1ij}^{(r)} \rho_{2ij}^{(k)})}{(\rho_{1ij}^{(r)})^2 + (\rho_{2ij}^{(r)})^2} \right) \right); \\ \rho_{2ij}^{(k)} &= \rho_{2ij}^{(k)} - \sum_{r=1}^{k-1} \left(\rho_{2ij}^{(r)} \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^m \left(\frac{(\rho_{1ij}^{(r)} \rho_{1ij}^{(k)} + \rho_{2ij}^{(r)} \rho_{2ij}^{(k)})}{(\rho_{1ij}^{(r)})^2 + (\rho_{2ij}^{(r)})^2} \right) + \rho_{1ij}^{(r)} \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^m \left(\frac{(-\rho_{1ij}^{(k)} \rho_{2ij}^{(r)} + \rho_{1ij}^{(r)} \rho_{2ij}^{(k)})}{(\rho_{1ij}^{(r)})^2 + (\rho_{2ij}^{(r)})^2} \right) \right). \end{aligned} \quad (10)$$

Известные выражения для формирования квадратурных составляющих ортогональных в обычном смысле СМПШПС являются частным случаем выражений (10):

$$\begin{aligned} \rho_{1ij}^{(k)} &= \rho_{1ij}^{(k)} - \sum_{r=1}^{k-1} \left(\rho_{1ij}^{(r)} \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^n \left(\frac{(\rho_{1ij}^{(r)} \rho_{1ij}^{(k)} + \rho_{2ij}^{(r)} \rho_{2ij}^{(k)})}{(\rho_{1ij}^{(r)})^2 + (\rho_{2ij}^{(r)})^2} \right) \right); \\ \rho_{2ij}^{(k)} &= \rho_{2ij}^{(k)} - \sum_{r=1}^{k-1} \left(\rho_{2ij}^{(r)} \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^n \left(\frac{(\rho_{1ij}^{(r)} \rho_{1ij}^{(k)} + \rho_{2ij}^{(r)} \rho_{2ij}^{(k)})}{(\rho_{1ij}^{(r)})^2 + (\rho_{2ij}^{(r)})^2} \right) \right). \end{aligned} \quad (11)$$

На рис. 1 приведена осциллограмма сформированного в пакете программ Matlab ортогонального в усиленном смысле СМПШПС.

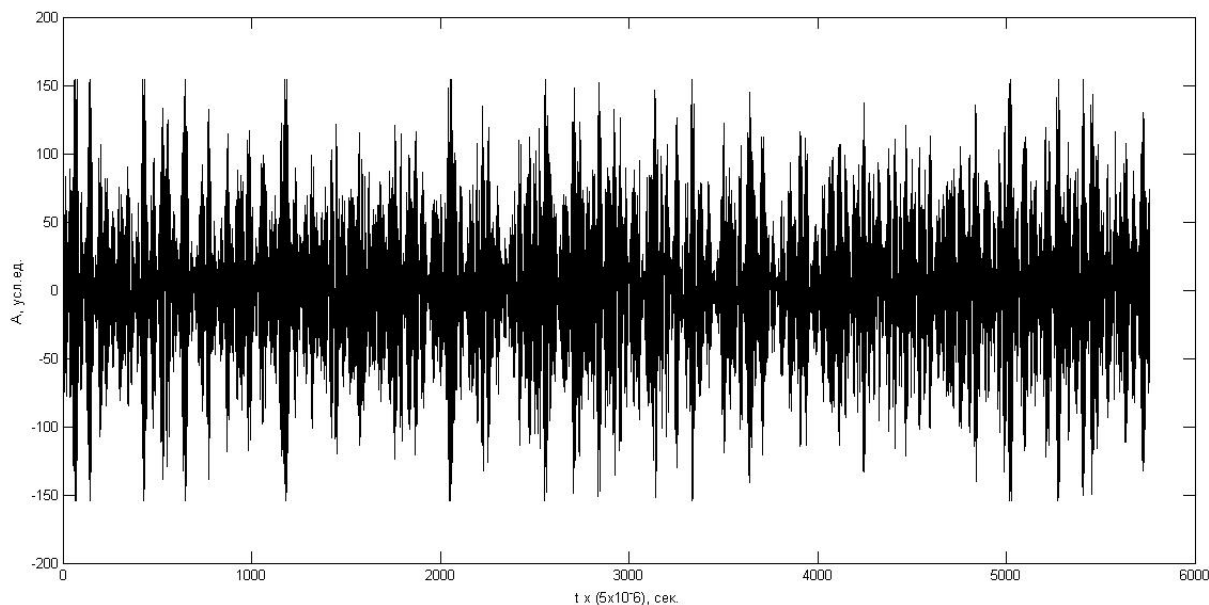


Рис. 1. Оциллограмма ортогонального в усиленном смысле СМППС

Ортогональные в усиленном смысле СМППС, сформированные в соответствии с представленным выше способом, могут найти применение в системах радиосвязи, в которых предъявляются повышенные требования к скрытности и помехозащищенности.

Список литературы

1. Ильин, В. А. Линейная алгебра: учеб. для вузов – 4-е изд. / В. А. Ильин, Э. Г. Поздняк. – М. : Наука, Физматлит, 1999. – 296 с.
2. Ипатов, В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов / В. Ипатов. – М. : Техносфера, 2007. – 488 с.
3. Финк, Л. М. Теория передачи дискретных сообщений / Л. М. Финк. – М. : Сов. радио, 1970. – 728 с.
4. Chesnokov, M. N. New Multifrequent M-ary Orthogonal Chaotic Broadband Signals and Methods of their Reception with Channel Features Evaluation / M. N. Chesnokov // 8-th International Symposium on Communication theory and Applications, 2005, 17–22 July. – P. 187–191.
5. Fazel, K. Multi-carrier and spread spectrum systems: from OFDM and MC-CDMA to LTE and WiMAX / K. Fazel, S. Kaiser. – Atrium: John Wiley & Sons, 2008. – 380 p.

П. В. Миненков, А. В. Наливаев, Д. И. Кирик

**ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ОПЕРАЦИЙ
В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЙ**

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ООО «СТЦ»*

E-mail: nalivayev@mail.ru, minikspb@gmail.com, kirikdmitriy@mail.ru

Введение. Оптимизация алгоритма распределения потоков вычислительных операций в многофункциональной распределенной вычислительной системе (далее МРВС) рассматривалась в [1] и в других источниках. В [2] рассматривается общее решение задачи оптимизации вычислительного процесса в МРВС с учетом ее структуры, свойств каналов передачи данных, характеристик вычислительных элементов (далее ВЭ) и требований надсистемы.

МРВС представляет собой территориально распределенный объект с множествами входов и выходов. На входы системы поступают потоки разнотипных задач, а с выходов считываются их решения. Структура системы может быть представлена графом, дуги и вершины которого, характеризуются пропускными способностями (скоростями) и производительностями ВЭ в отношении выполнения различных операций соответственно.

В статье рассматриваются вопросы распределения потоков операций с использованием таблиц маршрутизации, весовых коэффициентов маршрутов при динамическом изменении характеристик системы с целью повышения производительности по обслуживанию потоков операций на входах.

Описание системы. Общий принцип функционирования системы представлен примером МРВС (рис. 1). На вход МРВС поступают задачи из надсистемы. В системе поддерживается выполнение конечного набора задач. На входах МРВС потоки задач декомпозируются на потоки операций, распределяемые по элементам системы с учетом их характеристик (пропускных способностей дуг, производительностей вычислительных элементов и другие).

Присутствующие возмущающие воздействия приводят к изменению свойств системы, ее состояния. Для каждого вновь установившегося состояния происходит перераспределение потоков по маршрутам. Такое перераспределение осуществляется обновлением таблиц маршрутизации, хранящихся на узлах системы. Вычислительные элементы графа, дуги между ними обладают изменяющимися во времени вычислительными характеристиками, позволяют описывать системы с разнородным оборудованием, учитывать замену/отказ отдельных частей и сегментов без приостановки

работы всей системы.

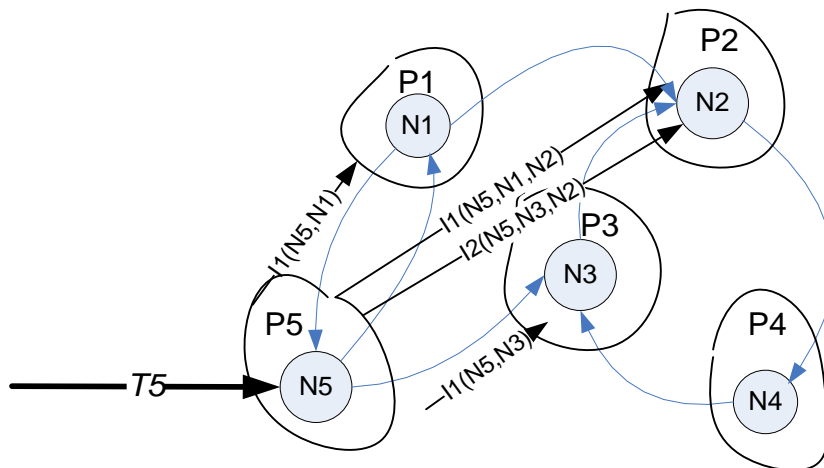


Рис. 1. Представление МРВС в виде графа

Введены следующие условные обозначения:

- G – граф, описывающий уровень иерархии МРВС;
- N_j – j -й узел графа;
- T_i – поток задач i -типа;
- I_k – поток операций k -го типа;
- $N(k, j)$ – число операций k -типа в задаче j -типа;
- $I_k(\mu)$ – интенсивность потока операций k -ого типа, заданная на маршруте μ ;
- $P_j = (p_1, p_2, p_3, \dots)$ – вектор, задающий вычислительные возможности N_j по типам операций, где p_k – производительность узла N_j в отношении операции типа k . Если выполнение операции k -типа не поддерживается, то $p_k = \infty$.

Подчеркнем, что в данной модели распределяются/маршрутизируются потоки задач, а не данных. Предлагаемая модель описывает логику работы системы в общем случае.

Сеть обработки данных (далее СОД) является подсистемой МРВС и в ней решается частная задача – задача маршрутизации данных. Потоки данных не эквивалентны потокам операций.

При рассмотрении модели системы, будем считать, что при наличии между узлами каналов связи, равных по пропускной способности, общая пропускная способность суммируется. Если пропускные способности каналов не равны, на данном маршруте вводится дополнительный узел-ретранслятор. Кроме того, считается, что задержками в каналах, на узлах, временами перехода системы из одного состояния в другое и другими, можно пренебречь, так как оно несравнимо мало по сравнению со временем, затрачиваемым на вычислительные операции.

Постановка задачи. Управляющее воздействие подсистемы управления и оптимизации потоков операций МРВС выражается в создании мар-

шрутных таблиц и их распределении по узлам. Рассмотрим узел, множество потоков операций на его входе и выходе, закон распределения потоков по выходным дугам. Такое распределение описывается маршрутной таблицей, хранящейся на узлах системы.

Рассмотрим пример распределения потоков операций по выходным дугам одного типа операций (рис. 2).

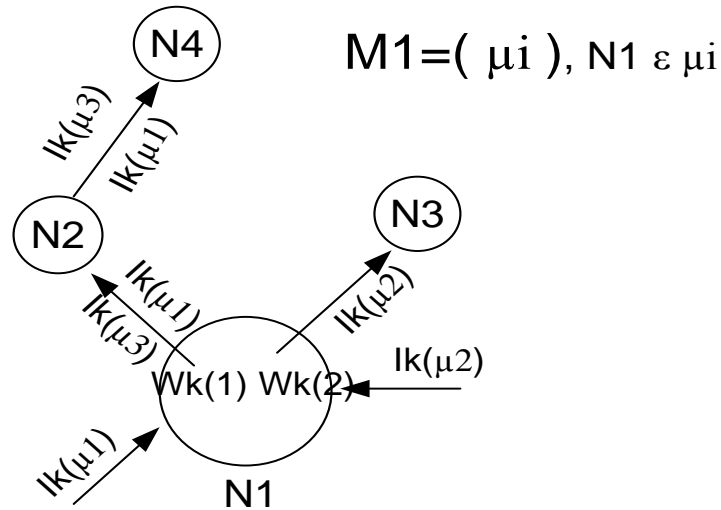


Рис. 2. Пример распределения потоков для узла N_1

На рис. 2 обозначены: M_j – множество всех маршрутов, проходящих через узел N_j ; $I_k(\mu_n)$ – потоки операций k -типа, проходящие через N_j ; $I_k(\mu_i)$ – поток, индуцируемый N_j ; $W_k(n)$ – веса направлений (дуг) для потоков операций k -типа для n -дуги. Вес дуги для операции k -типа – есть вероятность отправки потока I_k по дуге. Таким образом, сумма весов дуги равна 1, если через узел передаются потоки $I_k(\mu_i)$, или равна 0, если $I_k(\mu_i)$ не передаются.

Метод построения «весовых» таблиц маршрутизации. Веса дуг отражают решение подсистемы оптимизации об оптимальном распределении потоков. В аналитическом представлении элементами системы, участвующими в задаче оптимизации, являются дуги, узлы, их характеристики, потоки операций на маршрутах. В практическом представлении можно уйти от понятия маршрута, так как с вычислительной точки зрения маршрут, по которому на узел приходит поток операций k -типа, не представляет интереса, а операция – атомарный элемент вычислительной системы, операции одного типа группируются в потоки, интенсивности потоков операций k -типа задаются на маршрутах. К маршруту привязана именно интенсивность потока операций, следовательно, узел-ретранслятор распределяет по выходным дугам интенсивности потоков операций. Подход, реализуемый через веса выходных дуг (направлений), позволяет задать на участке маршрута ту же интенсивность потока операций в реализации, что и в аналитической модели. Переход от данных на выходе подсистемы оптимизации в

аналитической форме к виду, применимому на практике, реализован. Рассмотрим способ формирования весов на узле (рис. 3).

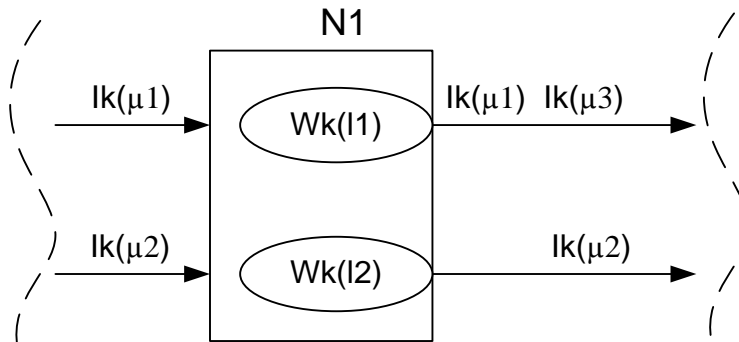


Рис. 3. Способ формирования весов дуг для распределения интенсивностей потоков операций по дугам

M_j – множество всех маршрутов, проходящих через узел N_j ;

$I_k(M_j)$ – суммарная интенсивность потоков операций k -типа на выходе j -узла:

$$I_k(M_j) = \sum_{\mu \in M_j} I_k(\mu).$$

$W_{jk}(l_m)$ – вес m -дуги j -узла для операции k -типа:

$$W_{jk}(l_m) = \frac{\sum_{\mu \in l_m} I_k(\mu)}{I_k(M_j)}.$$

Из (2) следует, что вес дуги l_m отражает долю загрузки направления в суммарном выходном потоке операций k -типа, из чего следует, что посредством предложенного способа задания весов, можно добиться требуемого распределения нагрузки по выходным дугам. Управление МРВС осуществляется с помощью пересылки маршрутных таблиц по узлам. Таким образом, достигается перераспределение интенсивностей потоков по всем маршрутам сети.

Ниже представлены аналитическая и практическая формы представления системы распределения потоков по маршрутам (рис. 4).

Из рис. 4 видно, как механизм весов направлений позволяет задать на маршрутах сети интенсивности потоков операций, т. е. решить задачу маршрутизации, при этом будут учтены данные подсистемы оптимизации и подсистемы управления МРВС. Так, например, суммарный поток на выходе узла $N1$ будет распределен по другим в соответствии с их долей в суммарном потоке операций k -типа. Суммарная интенсивность на выходе $N1$ составляет в примере 50 единиц. На дугу $l1$ узла $N1$ приходится 80% потока, а на $l2$ –20%. На дуги $l1$ и $l2$ узла $N2$ придется по 50% от потока $l1$ узла $N1$, или по 40% от изначального потока на выходе $N1$. Очевидно, что для более сложных случаев механизм будет работать аналогично.

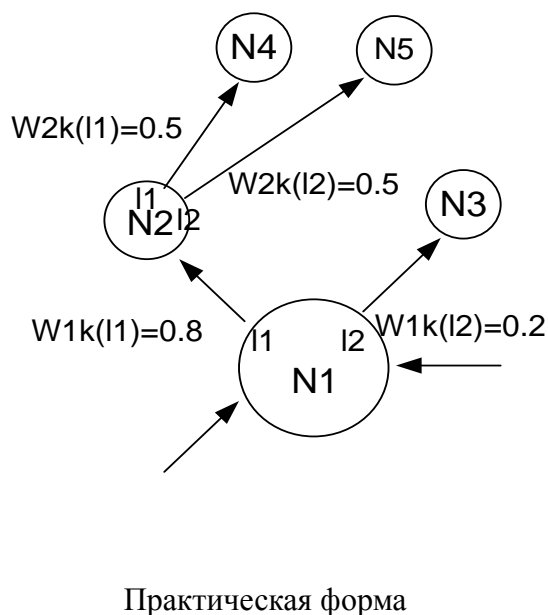
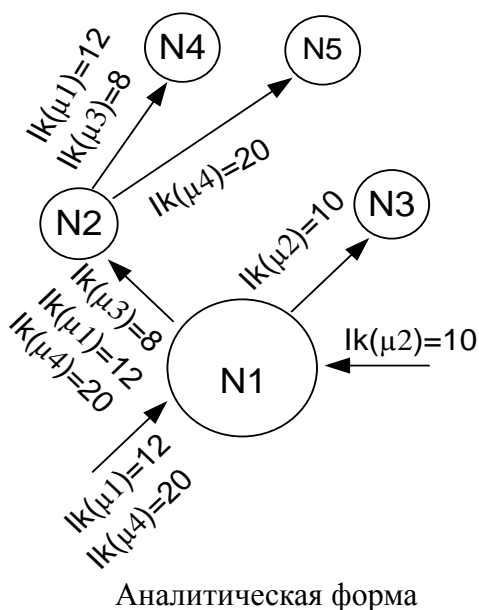


Рис. 4. Аналитическая и практическая формы представления системы распределения потоков по маршрутам

Заключение. Представлена модель МРВС, система маршрутизации, введены понятия потоков задач и операций, маршрута, производительностей узлов и пропускных способностей каналов. Рассмотрена задача распределения/маршрутизации потоков задач по узлам системы с учетом пропускных характеристик каналов между ними. Описан метод построения маршрутных таблиц, которые учитывают весовые коэффициенты дуг по типу операции, выходные дуги узла и другие характеристики при необходимости.

Список литературы

1. Кирик, Д. И. Оптимизация протоколов в многоцелевой распределенной вычислительной системе / Д. И. Кирик, А. В. Наливаев, А. М. Чуднов // Деп. в сборнике рефератов депонированных рукописей. Серия Б. –Выпуск 94. – М. : ЦВНИ МО РФ, 2011.
2. Басакер, Р. Конечные графы и сети / Р. Басакер, Т. Саати. – М. : Наука, 1973.
3. Акулич, И. Математическое программирование в примерах и задачах / И. Акулич. – М. : Высшая школа, 1986.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ТЕРМИНАЛА С СЕТЬЮ ABC ПРИ ДОСТУПЕ К ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫМ УСЛУГАМ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
имени проф. М.А. Бонч-Бруевича.*

E-mail: xskernel@mail.ru

Доступ к конвергентным услугам

Сегодня решение задачи прозрачного доступа к услугам телефонии с использованием протоколов SIP и RTP в IP-сетях вполне реализуемо без использования сложных механизмов. Это показывают исследования, проведенные при разработке универсального механизма доступа к конвергентным услугам в рамках концепции постоянного наилучшего соединения (Always Best Connected, ABC) [1]. Как следствие, достаточно внутри мобильного устройства реализовать модуль (рис. 1), включающий в себя такие элементы, как:

- менеджер управления доступом (AM – Access Manager), который выбирает одну или несколько наиболее подходящих сетей доступа, используя один или несколько менеджеров управления звеном в соответствии с требованиями QoS;
- менеджер управления звеном (LM – Link Manager), который управляет физическим интерфейсом (Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth и т. д.) и обеспечивает контроль соединения, установленного через этот интерфейс. При этом за каждым интерфейсом закрепляется индивидуальный менеджер;
- менеджер управления звеном (AM), который периодически проверяет состояние физического соединения и в случае отсутствия такового пытается его установить.

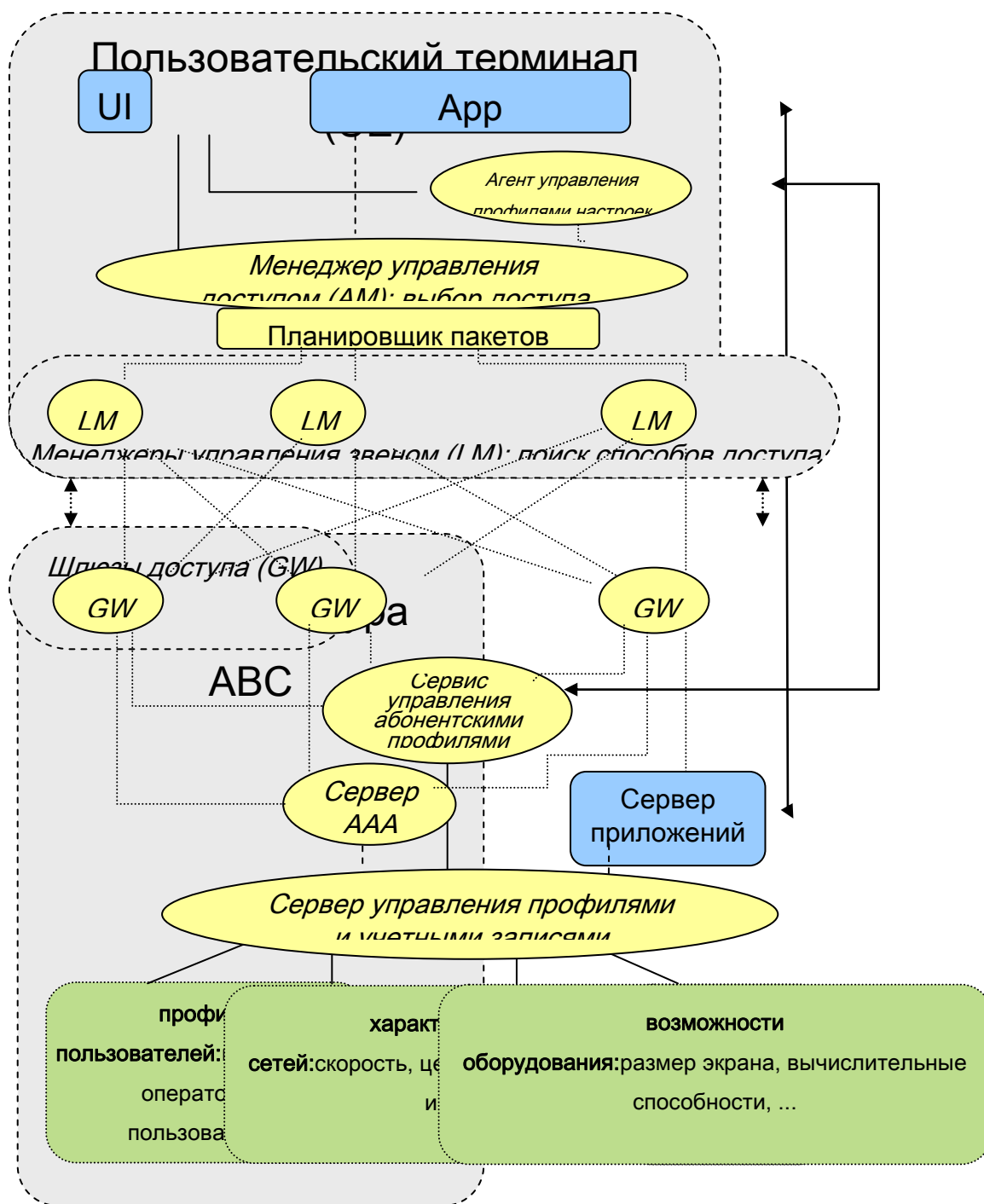


Рис. 1. Функциональные модули пользовательского терминала и инфраструктуры ABC

При установлении физического соединения в сеть доступа посылаются DHCP-запросы на получение IP-адреса. О факте неуспешного установления соединения или об отказе в получении IP-адреса менеджеру управления доступом отправляется сообщение. В свою очередь Access Manager выберет для связи тот менеджер управления звеном (LM), который позволит наилучшим образом предоставить услугу, при этом удовлетворив наибольшее число требований из пользовательских настроек.

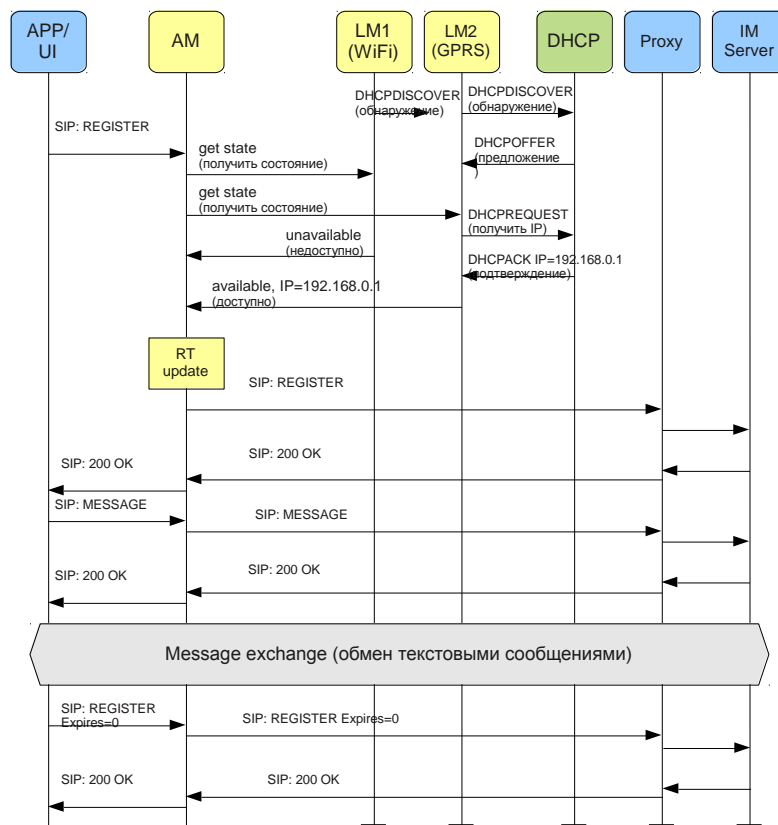


Рис. 2. Инициация сессии обмена текстовыми сообщениями с использованием протокола SIP в рамках ABC

Составной частью менеджера управления доступом является таблица маршрутизации (Routing Table – RT), по которой IP-пакеты маршрутизируются с внутреннего локального IP-адреса, используемого приложением (Application/User Interface – APP/UI), на внешний IP-адрес, полученный менеджером управления звеном (LM2) в сети доступа по протоколу DHCP. Сам менеджер управления доступом помимо таблицы маршрутизации включает в себя планировщик пакетов (Packet Scheduler – PS), который распределяет отправляемые пакеты между несколькими установленными физическими соединениями, принадлежащими менеджерам управления звеньями доступа, в зависимости от требуемого QoS.

Пример инициации сессии обмена текстовыми сообщениями с использованием вышеназванной архитектуры изображен на рис. 2. Данный сценарий базируется на примере, изложенном в [2]. Миграция из одной сети доступа в другую начинается с обнаружения нового доступного физического соединения, позволяющего улучшить текущую конфигурацию доступа к услугам. Менеджер звена доступа информирует менеджер доступа о появлении нового соединения, в результате чего принимается решение о миграции. Пример такого сценария изображен на рис. 3.

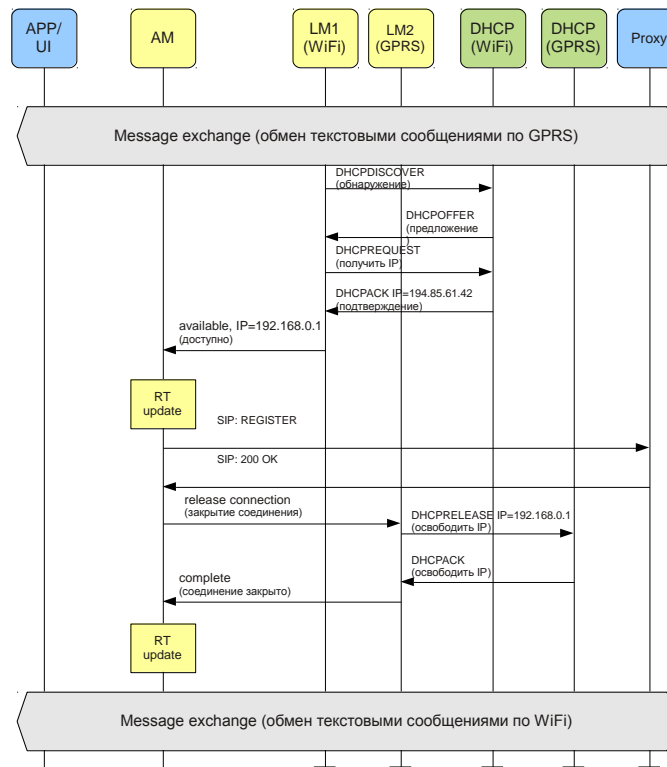


Рис. 3. Инициация сессии обмена текстовыми сообщениями с использованием протокола SIP в рамках ABC

При этом пользовательское приложение никаким образом не участвует в обмене сигнальной информацией с сервером приложений, а весь необходимый обмен сигнальной информацией выполняет менеджер доступа, который, по сути, работает как упрощенный вариант SIP Proxy.

Преимущество такой реализации состоит в том, что отсутствует какая-либо необходимость изменения кода приложения. Достаточно его перенастроить на использование локального адреса, при этом всю необходимую процедуру перехода в другую сеть доступа будет выполнять менеджер доступа. Помимо этого, реализация самого AM и LM может быть в виде отдельной системной службы и не требовать внесения изменений в код ядра операционной системы или написания специальных драйверов.

Доступ к услугам сети Internet

Из вышесказанного ясно, что предоставление конвергентных услуг с использованием протоколов SIP и RTP не приводит к значительным усложнениям архитектуры системы. В случае использования сервисов, изначально развивавшихся в сети Internet, возникает куда больше проблем ввиду того, что IP-адрес оборудования в сети не является уникальным идентификатором хоста, а определяет лишь точку его подключения в рамках сети Internet.

Проблема также усугубляется наличием трансляции адресов ((Reversive) Network Address Translation – NAT и RNAT) в сетях доступа, в результате чего целая подсеть может иметь один единственный внешний IP-адрес. При смене сети доступа меняется и внешний IP-адрес, а все ранее

направленные потоки данных (например, через установленные TCP-соединения) со стороны сервера приложений будут направляться на прежний IP-адрес, что приведет к моментальному отключению всех используемых сервисов. Решить эту проблему аналогично решению, изложенному выше, посредством реализации HTTP/SOCKS-прокси на стороне пользовательского терминала не получится ввиду того, что сигнализация SIP предусматривает смену местоположения пользователя, а протоколы HTTP, FTP, SMTP и прочие такого механизма не имеют. Переход на протокол IPv6 позволит исключить наличие NAT, но не позволит отвязать хост от его физического места включения в сеть. В целях преодоления этой проблемы, как уже представлялось в [3, 4], следует пересмотреть механизмы доступа к услугам и рассмотреть два возможных варианта их реализации: туннелирование и идентификация хостов [5].

Модель обмена данными между сетевыми элементами

Always Best Connected требует разностороннего развития сетей доступа. Сети доступа должны со своей стороны предоставлять пользовательскому устройству всю необходимую для предоставления качественного уровня услуг информацию о соединении: (шейпинг), базируясь на классах предоставляемых пользователю услуг. Саму же логику по выбору и переключению сетей необходимо вынести во внешнюю сеть, т. е. специально развернутые для этого площадки в сети Internet, на которых будут храниться учетные записи пользователей (рис. 1, сервис управления абонентскими профилями и сервер AAA). Эти же серверы должны принимать решение о выборе сети или миграции из одной сети в другую, т. е. обладать всей необходимой информацией об окружающих пользовательский терминал сетях и сетях, смежных с ними. Ввиду того что в одной и той же сети доступа могут присутствовать пользователи, являющиеся клиентами разных провайдеров ABC, все изменения, происходящие в сети доступа, должны быть известны всем серверам AAA. Это также нетривиальная задача, так как без должной синхронизации отдельные серверы AAA могут принимать взаимоисключающие решения, в результате чего пользовательский терминал может временно потерять связь со всеми сетями доступа.

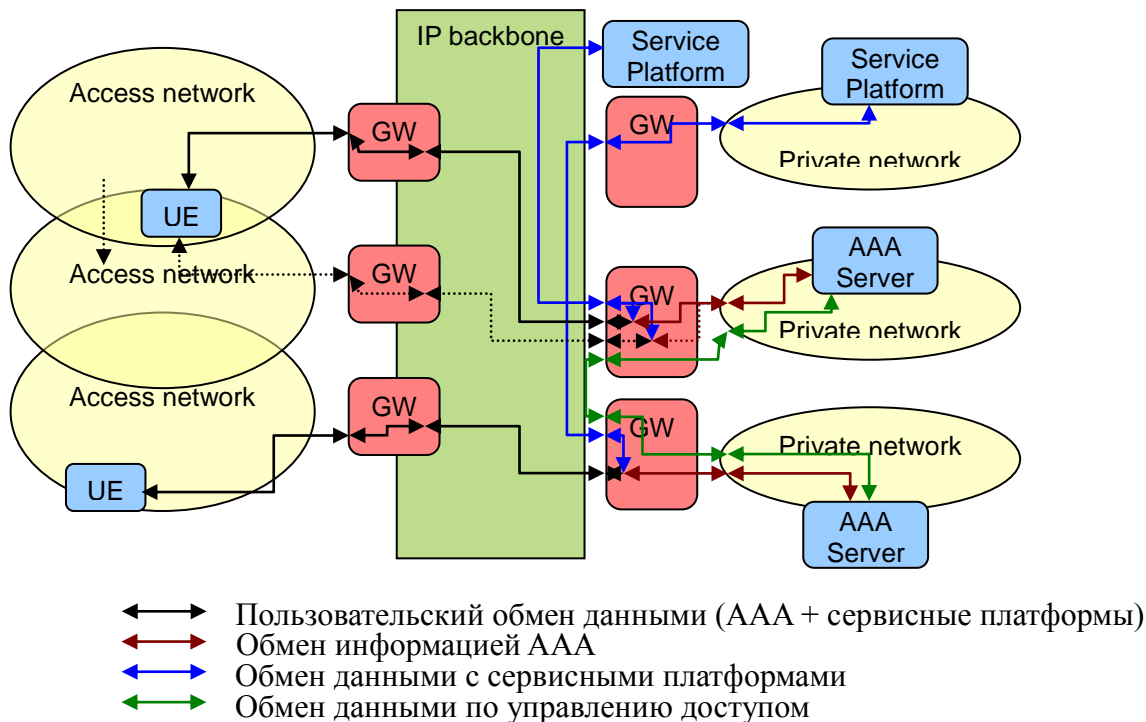


Рис. 4. Модель обмена данными между сетевыми элементами

Основываясь на всех перечисленных ранее заключениях, можно сформулировать рекомендации по взаимодействию пользовательского терминала и сети.

При обнаружении сети доступа и установлении физического соединения сеть доступа должна передать информацию о себе пользовательскому терминалу. Это можно реализовать, например, через расширение протокола DHCP и передать необходимые данные в пакете DHCP OFFER или DHCP ACK. При вынужденной миграции в другую сеть доступа пользовательский терминал может передать информацию о запрашиваемых услугах через DHCP REQUEST или даже DHCP DISCOVER. Наличие НІТ в реализации стека протоколов позволило бы упростить задачу идентификации пользователя.

При регистрации абонента в сети доступа ничего не известно об его учетных данных. Сети доступа необходимо связаться с сервером AAA, которому принадлежит учетная запись пользователя, и только после этого становится возможным предоставлять инфокоммуникационные услуги. Это приводит к необходимости передавать в сеть доступа учетные данные пользователя, которые, в свою очередь, будут передаваться на серверы AAA. В ответ сети доступа должны получить информацию о принятом серверами AAA решении в отношении пользователя и запрашиваемых им услуг. Подобное теоретически можно реализовать средствами протоколов RADIUS и DIAMETER.

Трафик самой услуги, как уже было указано, можно передавать двумя способами: средствами НІТ и туннелированием. В случае с НІТ необходимо правильно идентифицировать оборудование пользователя (это можно сде-

лать, например, средствами RADIUS/DIAMETER), в случае туннелирования необходимо установление самого туннеля. Все это вносит дополнительные задержки при срочной смене сети доступа. Вполне возможно, что совместное использование DHCP, HIT, RADIUS/DIAMETER и протокола, реализующего туннель, будет достаточно требовательным ко времени, и потребуется разработка отдельного протокола, позволяющего одним запросом получить IP-адрес в сети доступа, установить туннель, идентифицировать хост и передать учетные данные на сервер AAA.

Ввиду необходимости передачи учетных данных пользователя через новую сеть доступа эти данные должны быть защищены от атак типа man-in-the-middle. Ввиду того что беспроводные сети доступа становятся наиболее распространенными и в них достаточно легко перехватить чужой трафик, все пользовательские данные с момента установления сеанса связи и до его окончания должны быть криптостойкими. Это может быть реализовано за счет установления защищенных туннелей между пользовательским устройством и обслуживающим сервером. Подобный механизм может быть реализован средствами протоколов IPSec, которые работают на третьем уровне модели OSI.

Так как учетные записи пользователей могут принадлежать различным серверам AAA, требуется согласованная работа этих серверов при управлении сегментами сетей доступа. Вполне возможно, что наилучшим решением будет передача главной роли одному из серверов, в то время как остальные будут только синхронизировать данные о принимаемых решениях, получаемые по RADIUS/DIAMETER от сетей доступа или главного сервера AAA.

Список литературы

1. *Гольдштейн, А. Б.* SOFTSWITCH / А. Б. Гольдштейн, Б. С. Гольдштейн. – СПб. : БХВ – Санкт-Петербург, 2006.
2. *Садовников, В. Ю.* Подход к концепции ABC как к технологии выбора и переключения соединений в сетях доступа / В. Ю. Садовников // Инфокоммуникационные технологии в науке, здравоохранении и образовании : сборник научных трудов IV международного научного конгресса «Нейробиотелеком-2010». – СПб. : «ТЕЛЕДОМ» ГОУВПО СПбГУТ, 2010.
3. *Садовников, В.Ю.* Способы обеспечения прозрачного доступа к FMC-услугам / В. Ю. Садовников // Инфокоммуникационные технологии в науке, здравоохранении и образовании : сборник научных трудов IV международного научного конгресса «Нейробиотелеком-2010». – СПб. : «ТЕЛЕДОМ» ГОУВПО СПбГУТ, 2010.
4. *Vasantha Kumar V. P.* Tunnel-Accessed Remote NATs for Always-Best-Connected Service and Application Mobility. Department of Electrical Engineering Indian Institute of Technology, Bombay, 2007, July.

**МЕТОД КОМПОЗИЦИИ ЧАСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЗАДАЧЕ ТИПИЗАЦИИ СИТУАЦИЙ
В УПРАВЛЕНИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ**

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

E-mail: mail.kovalev@gmail.com

В настоящее время общепринятым аппаратом оценки сложных систем являются модель динамической системы и теория полезности, позволяющие определить важные для ЛПР характеристики системы на основе формальной модели процесса. Одновременно с ними широко используются эвристические методы оценки (и управления), наиболее развитым из которых следует признать метод ситуационного управления [1].

Одной из наиболее актуальных задач эффективного совместного использования этих методов для решения задач оперативно-технического управления телекоммуникационными системами (ТС) является выделение классов ситуаций на основе полезностных показателей функционирования ТС.

Анализ проблем реализации ситуационного метода в управлении телекоммуникационными системами [2], позволяет считать целесообразным определение ситуации на основе базовой модели (МОТ-модели) [3], реализующей единообразное представление структуры физических процессов электросвязи с учетом международных рекомендаций по архитектуре управления (TMN, eTOM) и организационно-техническому признаку как ведущих феноменов управления телекоммуникационными системами. Графическая интерпретация МОТ-модели представлена на рис. 1. Рассматриваются различные интерпретации телекоммуникационной системы, представляющие собой описание некоторого процесса, представленного моделью (СМО, взвешенный граф или модели линии связи), реализующего функционал некоторой службы, в составе организационной единицы

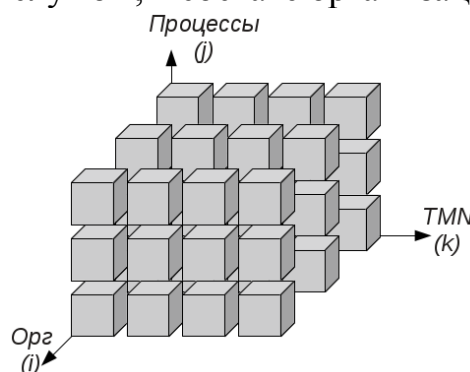


Рис. 1. Пространство дискрет МОТ-модели

Орты организационного представления для удобства интерпретации будем рассматривать от «начала отсчета»: узел, филиал, компания. Аналогично для орты процессов: энергетический обмен (ЭО), транспортный обмен (ТО), информационный обмен (ИО); и орты служб (TMN): объекты, сети, услуги, бизнес.

Каждая из дискрет МОТ-модели предполагает наличие формальной модели (из класса моделей по орте процессов), по которой рассчитываются показатели, определяемые зоной ответственности, определяемой уровнем организационной иерархии и формой представления в терминах ТМН-архитектуры. Предположим, что для каждой дискреты вычисляется показатель эффективности (частный показатель эффективности, ЧПЭ), характеризующий степень достижения системой поставленных целей, то есть учитывающий в оценке системы ценности ЛПР.

В рассматриваемой модели интерес представляют, прежде всего, взаимосвязи между ЧПЭ. Для их описания исходное множество ЧПЭ будем рассматривать как объединение одноэлементных подмножеств

$$A = \bigcup_{ijk} J_{ijk}, \quad J_{ijk} = \phi_E(D_{ijk}), \quad (1)$$

где J_{ijk} – ЧПЭ дискреты D_{ijk} , ϕ_E – процедура оценки ЧПЭ.

Для простоты будем рассматривать единственную порядковую шкалу $Q = \{r, y, g\}$, $r < y < g$, где строчные буквы означают соответственно цвета «красный», «желтый» и «зеленый», отражающие оценку системы, представленной соответствующим классом интерпретации.

Определим структуру на множестве дискрет МОТ-модели как булеан множества дискрет МОТ-модели с заданной на нем алгеброй подмножеств:

$$\left\langle 2^{D_{ijk}}, \cup, \cap, - \right\rangle \quad (2)$$

В соответствии семантикой МОТ-модели, возможно образование подмножеств дискрет (ЧПЭ) посредством операций (2), изображенных на рис. 2

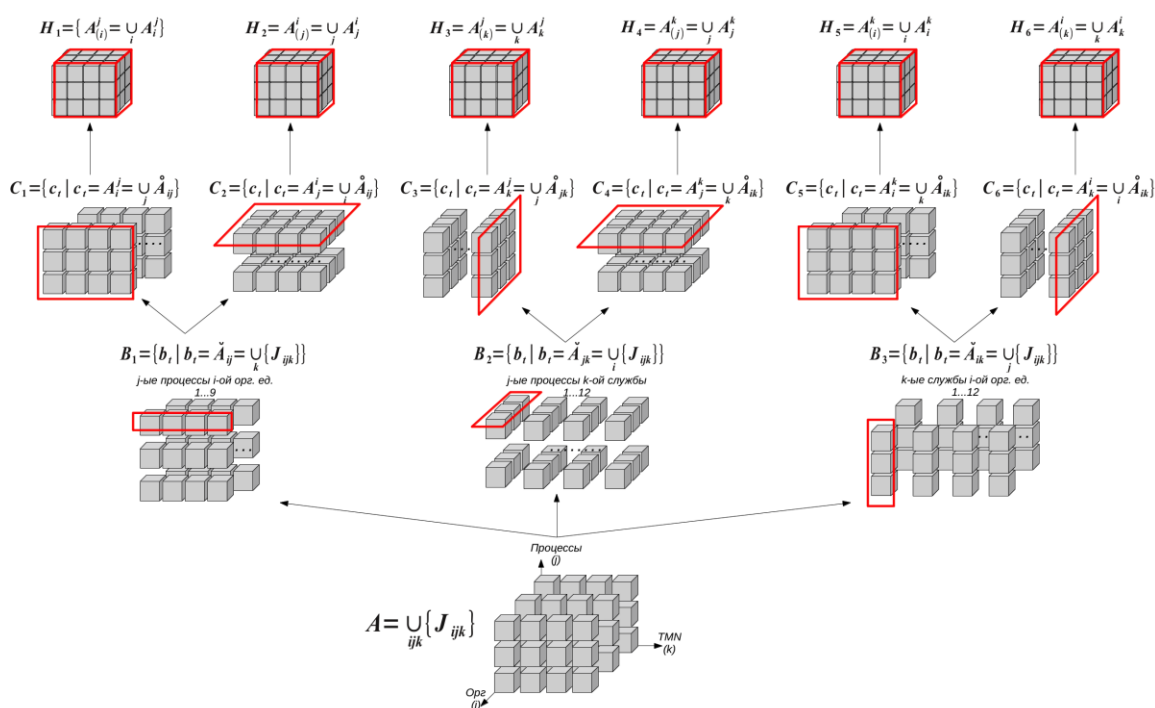


Рис. 2. Подмножества дискрет—ЧПЭ

Булеан (2), гомоморфно отображаемый на множество ЧПЭ, позволяет определить на множестве ЧПЭ порядок по включению $A \leq B_l \leq C_m \leq H_n$ в том смысле, что элемент каждого множества определяется как некоторая совокупность единичных ЧПЭ:

$$[card(J_{ijk}) = J_{ijk} = 1] < \left[card(b_t) = \begin{cases} \dot{A}_{jk} = \bigcup_i \{J_{ijk}\}, 3 \\ \dot{A}_{ik} = \bigcup_j \{J_{ijk}\}, 3 \\ \dot{A}_{ij} = \bigcup_k \{J_{ijk}\}, 4 \end{cases} \right] < \left[card(c_t) = \begin{cases} \bigcup_j \dot{A}_{ij}, 4 \times 3 \\ \bigcup_i \dot{A}_{ij}, 4 \times 3 \\ \bigcup_j \dot{A}_{jk}, 3 \times 3 \\ \bigcup_k \dot{A}_{ij}, 3 \times 3 \\ \bigcup_i \dot{A}_{ik}, 3 \times 3 \\ \bigcup_k \dot{A}_{ik}, 3 \times 3 \end{cases} \right] < [card(H_n) = 36]$$

Указанное отношение порядка позволяет сформировать классы ситуаций по признаку масштаба – количества вовлеченных дискрет: $\{A, B, C, H\}$

Среди множеств второго уровня декомпозиции (C) можно выделить эквивалентные по включению элементы предыдущего уровня (B), абстрагируясь от типа элементов множеств (B_l), их составляющих: $C_1 \sim_J C_5, C_2 \sim_J C_4, C_3 \sim_J C_6$. Характерной особенностью этих эквивалентных множеств является то, что их элементы представляют собой «срез» МОТ-модели по одной из орт.

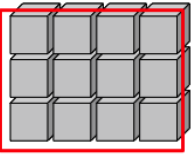
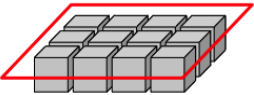
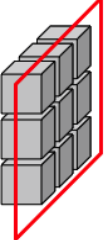
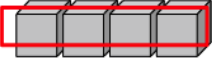
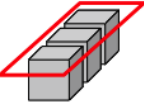
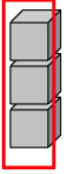

Для множеств $C_1 \sim_J C_5$ (аналогично для остальных):

$$\begin{aligned} c_t^1 &= \bigcup_j \dot{A}_{ij} = \bigcup_j (J_{ij1} \cup J_{ij2} \cup J_{ij3} \cup J_{ij4}) = \\ &= (J_{i11} \cup J_{i12} \cup J_{i13} \cup J_{i14}) \cup (J_{i21} \cup J_{i22} \cup J_{i23} \cup J_{i24}) \cup (J_{i31} \cup J_{i32} \cup J_{i33} \cup J_{i34}) = \\ &= J_{i11} \cup J_{i12} \cup J_{i13} \cup J_{i14} \cup J_{i21} \cup J_{i22} \cup J_{i23} \cup J_{i24} \cup J_{i31} \cup J_{i32} \cup J_{i33} \cup J_{i34} = \\ &= (J_{i11} \cup J_{i21} \cup J_{i31}) \cup (J_{i12} \cup J_{i22} \cup J_{i32}) \cup (J_{i13} \cup J_{i23} \cup J_{i33}) \cup (J_{i14} \cup J_{i24} \cup J_{i34}) = \\ &= \bigcup_k (J_{i1k} \cup J_{i2k} \cup J_{i3k}) = \bigcup_k \dot{A}_{ik} = c_t^5 \end{aligned}$$

Таким образом, в каждом классе ситуаций можно выделить типы ситуаций по отношению эквивалентности \sim_J . Элемент конкретного множества некоторого уровня декомпозиции и способ его формирования характеризуют локализацию ситуации. Полученная классификация приведена в табл. 1 и на рис. 3.

Таблица 1

Типы ситуаций

Тип ситуации	Способ формирования	Физический смысл
		Комплексные нарушения функционирования
	V1	Нарушение инфраструктуры взаимодействия служб xxxxx организационной единицы
	V3	Нарушение инфраструктуры поддержки физических процессов xxxxx организационной единицы
	V1	Нарушение инфраструктуры взаимодействия служб в области процесса xxxxx обмена
	V2	Нарушение инфраструктуры взаимодействия организационных единиц в области процесса xxxxx обмена
	V2	Нарушение инфраструктуры xxxxx службы по поддержке физических процессов
	V3	Нарушение инфраструктуры взаимодействия организационных единиц в области xxxxx службы
	$\bigcup_k \{J_{ijk}\}$ $F(J_{ijk}, J_{lmn})$	Выявлены зависимости, свидетельствующие о функциональной зависимости служб или конфликте интересов/ресурсов служб
	$\bigcup_k \{J_{ijk}\}$ $F(J_{ijk}, J_{lmn})$	Выявлены зависимости, свидетельствующие о функциональной зависимости служб или конфликте интересов/ресурсов служб
	$\bigcup_k \{J_{ijk}\}$ $F(J_{ijk}, J_{lmn})$	Выявлены зависимости, свидетельствующие о дисбалансе требований/обеспечения в структуре показателей физических процессов
	$J_{ijk} = [\Phi(L_r) \rightarrow Q]$	Существенные отклонения состояния динамической системы

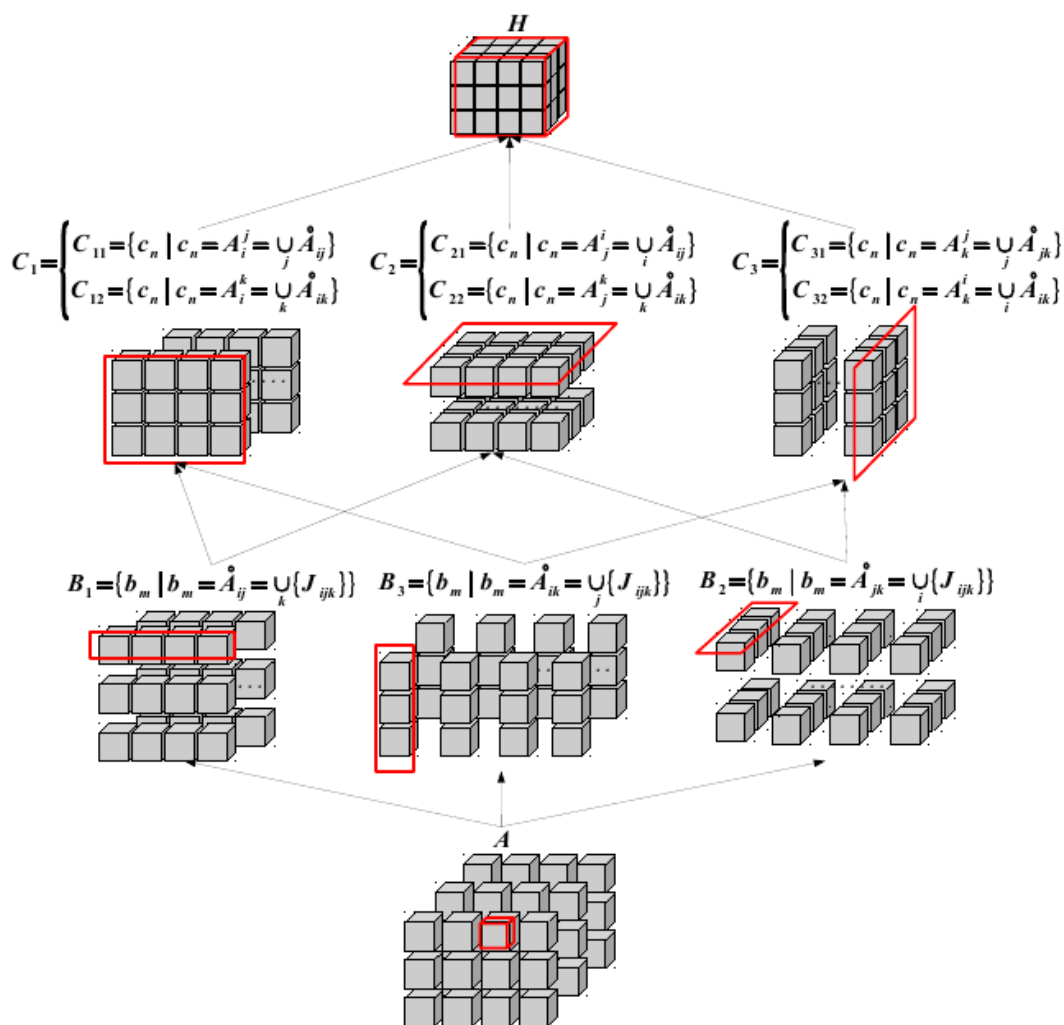


Рис. 3. Типы ситуаций

На базе приведенного метода композиции ЧПЭ может быть предложен метод классификации ситуаций на основе изучения отношений в базовой модели.

Основными этапами построения классификатора тогда могут являться:

- введение алгебры подмножеств на множестве дискрет МОТ-модели;
- исследование подмножеств дискрет МОТ-модели;
- построение классов ситуаций в соответствии с отношением порядка по включению на элементах булеана дискрет МОТ-модели.

Полученный на основе этих данных классификатор позволяет сформировать иерархическое описание ситуации, однако содержит элемент неопределенности, заключающийся как в механизме обобщения ситуаций (целесообразность рассмотрения ситуации конкретного класса), так и распознавании нескольких ситуаций одного типа в некотором классе (равномощных подмножеств одного класса, отличающихся способом формирования), и отдельно – определение локализации (конкретного элемента в каждом типе).

Исследование методов построения полноценного классификатора ситуаций на основе полученных результатов представляется перспективным

направлением дальнейших исследований в развития методов ситуационного управления.

Список литературы

1. *Поспелов, Д. А.* Ситуационное управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. – М. : Наука, 1986. – 288 с.

2. *Ковалев, И.Г.* Анализ проблем реализации ситуационного подхода к управлению телекоммуникационными системами / И. Г. Ковалев // 65-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов: материалы / ГОУВПО СПбГУТ. — СПб., 2012 – С. 56–58.

3. *Дадаев, В.И.* Открытая базовая иерархическая модель телекоммуникационной системы / В. И. Дадаев, М. В. Федоров, С. О. Бурлаков // Информационные технологии моделирования и управления. – 2005. – № 3. – С. 422–427.

В. Д. Боев, Р. А. Мусеев

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ СВЯЗИ

Санкт-Петербург, Военная академия связи

E-mail: boev1943@gmail.com

В настоящее время достаточно широкую известность и применение имеет отечественная объектно-ориентированная система имитационного моделирования AnyLogic. Это единственная в своем классе система, которая предоставляет возможность в одной модели использовать три современных подхода к созданию имитационных моделей (ИМ): системной динамики, агентный и дискретно-событийный. Последний подход используется при моделировании функционирования сетей связи, которые формализуются системами массового обслуживания (СМО). В библиотеках AnyLogic нет объектов, предназначенных непосредственно для построения ИМ сетей связи. Но есть объекты, из которых можно создать классы таких объектов. Данная статья посвящена классам типовых объектов сети связи, ИМ которых разработаны в AnyLogic, и построению из этих типовых классов имитационной модели самоорганизующейся сети связи.

Постановка задачи

Сеть связи представляет собой СМО вида: многофазная, многоканальная, с несколькими неоднородными потоками заявок на обслуживание, разомкнутая, конечной надежности, с очередями ограниченной емкости на отдельных фазах обслуживания.

Сеть связи имеет следующие типовые объекты (рис. 1): абонент (обо-

рудование пользователя); канал связи; узел связи (коммутационное оборудование – маршрутизатор).

На маршрутизаторы М по каналам К сети поступают от абонентов А сообщения через случайные промежутки времени, распределенные по экспоненциальному закону. Сообщения в соответствии с эталонной моделью взаимодействия открытых систем делятся на пакеты по 1458 байт.

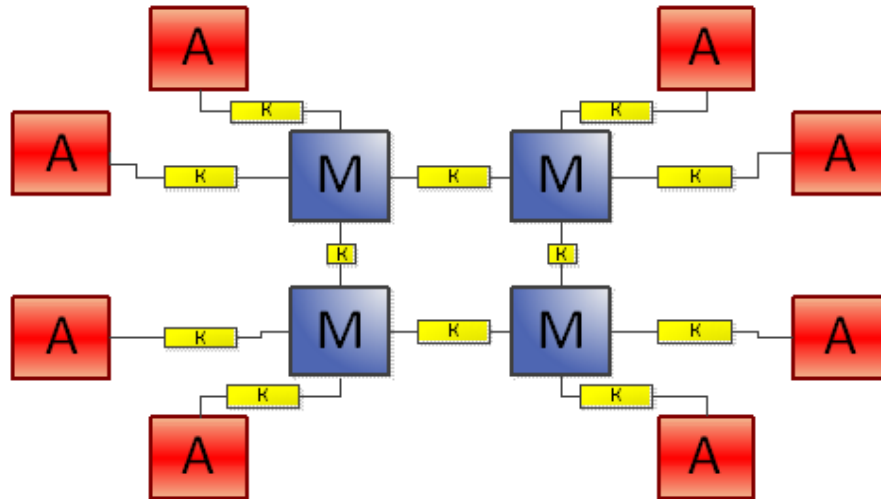


Рис. 1. Вариант структуры сети связи с типовыми объектами

Сообщения могут быть четырех категорий: 1 – передача простых данных, 2 – аудиоинформация, 3 – видеоинформация, 4 – электронная почта. Передаются пакеты по сети через маршрутизаторы. Путь прохождения по сети разных пакетов одного сообщения может быть различен. Выбор пути передачи осуществляется по «рейтингу», определяемому специальным алгоритмом, заложенным в маршрутизаторы.

Необходимо разработать классы – ИМ типовых объектов сети связи, способные функционировать без заранее подготовленной и вложенной в них пользователем информации о структуре сети, т. е. структура сети должна быть самоорганизующейся – собираться объектами самостоятельно. Маршрутизация на узлах должна производиться по информации о структуре сети, собранной маршрутизаторами самостоятельно. Таким образом, достигается самостоятельность модели в области ее работы. Разработчику только нужно соединить объекты и определить их параметры, «привязав» к характеристикам реального моделируемого оборудования сети связи.

Решение задачи

ИМ объектов класса состоит из трех частей: характеристики (исходные данные), результаты моделирования, событийная часть.

Рассмотрим назначение и особенности построения событийных частей разработанных трех классов.

Событийная часть ИМ объектов класса **Абонент** приведена на рис. 2.

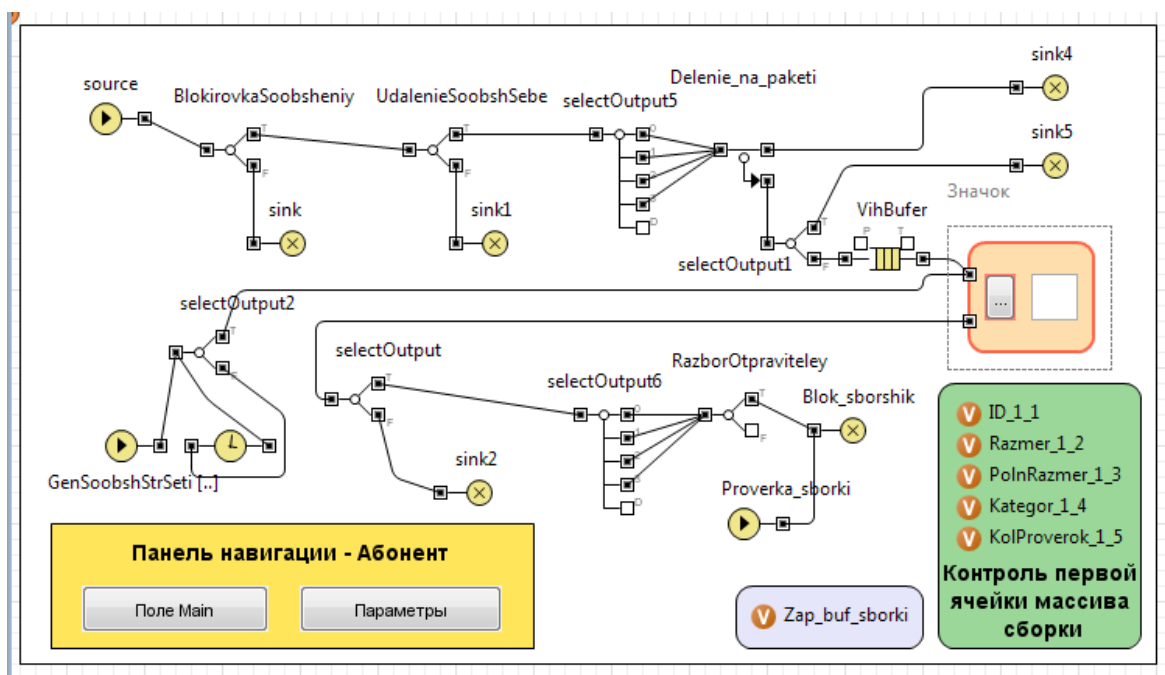


Рис. 2. Событийная часть ИМ объектов класса **Абонент** в AnyLogic

Событийная часть предназначена для имитации отправителя-получателя:

- отправление сообщений через случайные интервалы времени;
- розыгрыш параметров отправляемых сообщений;
- прием пакетов и «сшивания» их в сообщение;
- счета отправленных и полученных пакетов и сообщений по категориям;
- фиксация времени поступления каждого пакета и сообщения, используемого в последующем для расчета минимального, максимального и среднего времени передачи одного пакета и одного сообщения.

Современные сети нельзя представить без точной маршрутизации, передаваемой по ним информации, для чего требуется знать структуру сети. В нашем случае событийную часть **Абонента** можно разделить на 3 части, а работу – на 2 этапа. На первом этапе срабатывает первая часть (средняя ветвь). Она генерирует сигнал своего присутствия и фиксирует на сетевом оборудовании наличие и номер абонента. На втором этапе работают вторая (генерация и передача) и третья (прием и сборка) части – передача и прием пакетов (сообщений).

Событийная часть ИМ объектов класса **Канал** представлена на рис. 3. Событийная часть предназначена для имитации передачи пакетов сообщений, выхода из строя и восстановления канала связи, потери пакетов, передаваемых по каналу в случае выхода его из строя.

Работу ИМ объекта **Канал**, как и **Абонента**, можно также разделить на 2 этапа. Первый – генерация сигнала присутствия в обе стороны, чтобы сетевое оборудование зафиксировало наличие связи на определенном входе. В момент передачи сигналов о структуре задержки сигналов (сообщений) нет, и розыгрыш поломки канала не производится. Фиксация соединений на

маршрутизаторах происходит ранее, чем передача сигналов присутствия от абонентов. Второй – передача информационных пакетов с розыгрышем поломок.

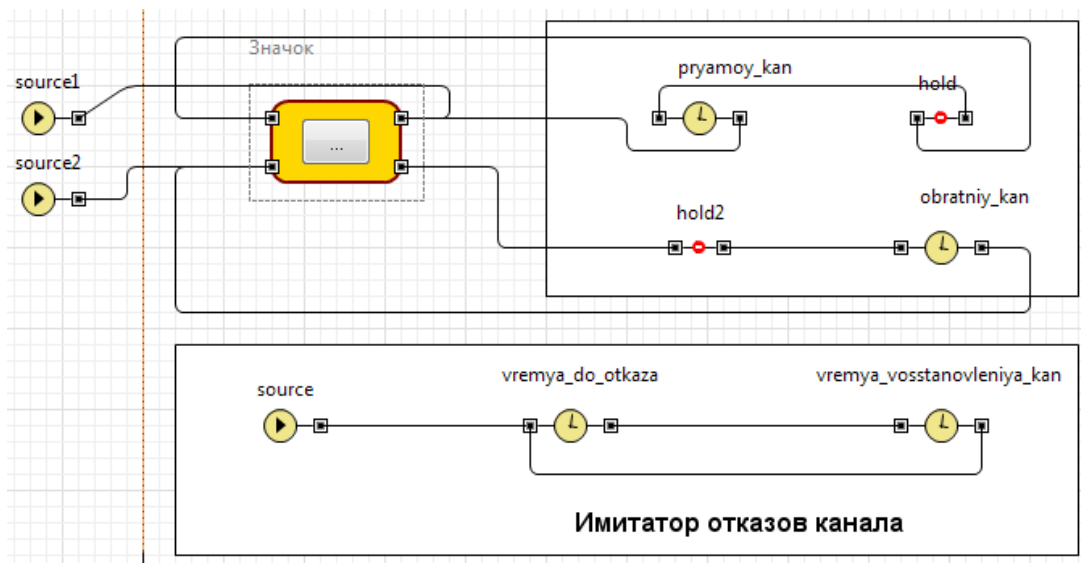


Рис. 3. Событийная часть ИМ объектов класса Канал в AnyLogic

Событийная часть ИМ объектов **Маршрутизатор** представлена на рис. 4.

Как и в других объектах сети, на первом этапе маршрутизатор собирает информацию об абонентах: фиксирует подключенных непосредственно к нему и через другие маршрутизаторы, а также распространяет полученные сообщения о структуре сети далее через свои выходы. На втором этапе осуществляется прием, обработка и передача пакетов сообщений.

Блок сбора информации о структуре сети предназначен для фиксации подключенных абонентов и сетевого оборудования к портам. Записывает в параметры портов номера подключенных абонентов и длины путей до них в количестве промежуточных маршрутизаторов для их достижения. Алгоритм программного кода осуществляет также обработку исключений при различных ситуациях заикливания сообщений при сложной организации и присутствии петель в сети.

Блок размножения сообщений о структуре сети предназначен для «клонирования» сообщений о структуре сети и передачи далее по необходимым портам, что обеспечивает сбор информации о структуре сети всеми маршрутизаторами.

Блок контроля 1 предназначен для контроля текущей емкости **буфера 1** маршрутизатора. Он анализирует наличие в буфере 1 свободной памяти, достаточной для хранения поступившего сообщения, и в зависимости от результата анализа сообщение либо помещается в буфер 1, либо уничтожается.

Блок **Буфер 1** предназначен для приема, размещения и хранения поступающих на обработку сообщений.

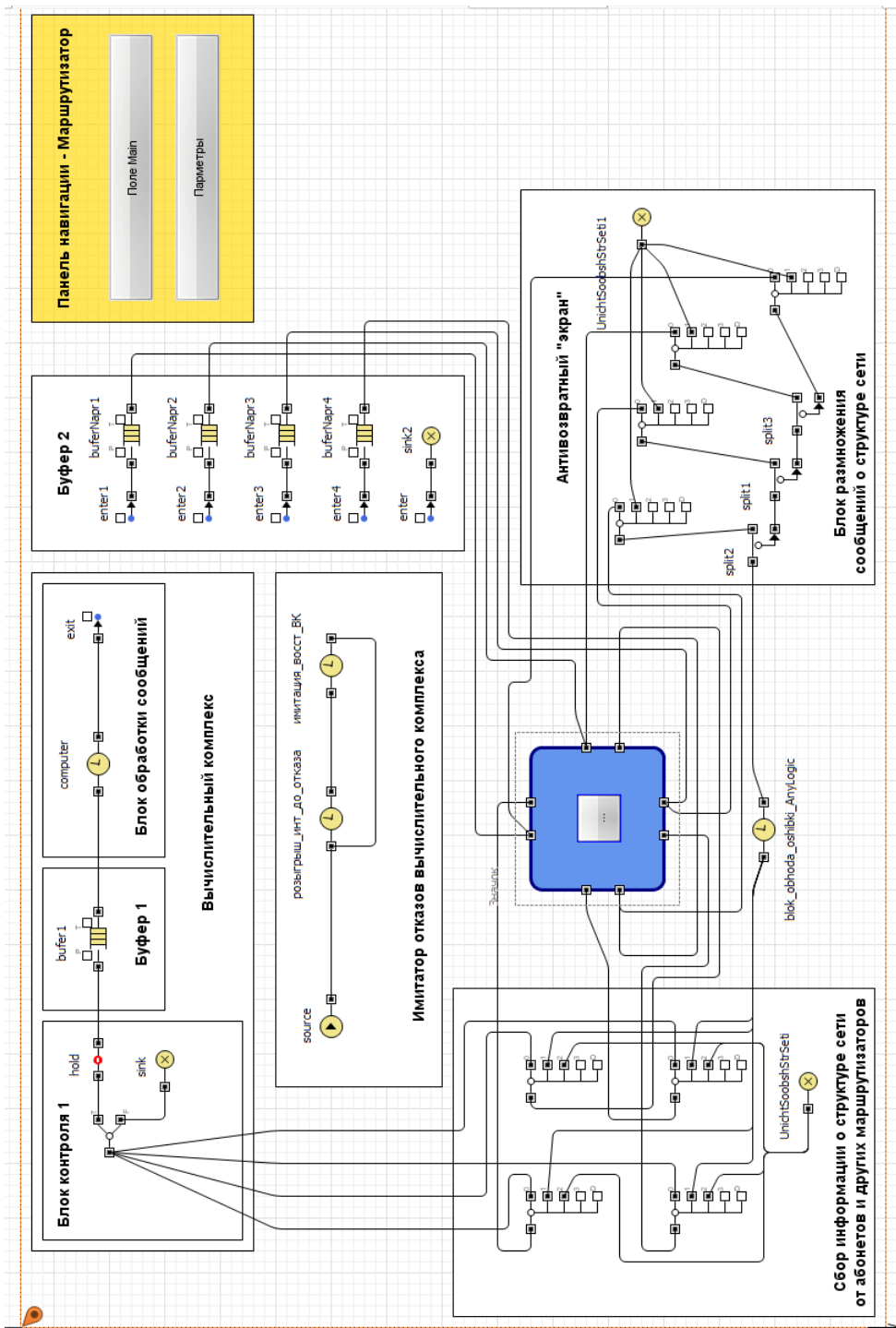


Рис. 4. Событийная часть ИМ объектов класса **Маршрутизатор** в AnyLogic

Блок обработки сообщений предназначен для имитации обработки сообщений. В больших распределенных сетях часто может возникнуть альтернативный путь для передачи информации. Программный код, заложенный в элемент `exit`, определяет алгоритм выбора последующего направления отправки информационного пакета в зависимости от длины пути к абоненту через направление и загруженность этого направления (его буфера).

Блок контроля 2 предназначен для распределения сообщений по направлениям и контроля текущих емкостей буферов (накопителей) направ-

лений передачи сообщений. Вначале определяется номер направления, по которому должно быть передано поступившее сообщение. Затем определяется наличие достаточной свободной памяти в буфере этого направления. При отсутствии нужного объема памяти сообщение теряется.

Блок **Буфер 2** предназначен для приема и хранения сообщений, передаваемых по каналам направлений. Он состоит из четырех буферов – для каждого направления свой буфер.

Заключение

Имитационная модель самоорганизующейся сети связи строится из разработанных в среде AnyLogic классов типовых объектов: **Абонент**, **Канал**, **Маршрутизатор**. Структура ИМ, а следовательно, и сети связи носят случайный характер в первую очередь из-за случайного количества абонентов. На этапе проектирования имитационная модель позволяет оценить качество функционирования самоорганизующейся сети связи по показателям: коэффициент пропускной способности сети в целом и коэффициенты пропускной способности абонент-абонент, среднее время передачи одного сообщения, среднее время задержки пакетов сообщений, вероятность потери пакетов и сообщений.

Список литературы

1. Боев, В. Д. Классы типовых объектов сетей связи в среде имитационного моделирования / В. Д. Боев, Р. А. Моисеев // В научном сборнике № 78. – СПб. : ВАС, 2012. – 5 с.
2. Боев, В. Д. Проектирование и моделирование систем: пособие для практических занятий / В. Д. Боев, Д. В. Белоус. – СПб. : ВАС, 2012. – 416 с.
3. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 4-е изд. / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб. : Питер, 2010. – 943 с.
4. Боев, В. Д. Об адекватности систем имитационного моделирования GPSS World и AnyLogic. Ч. 1 / В. Д. Боев // Прикладная информатика. – № 6 (30). – 2010. – С. 69–82.

Л. К. Птицына

НЕЙРОФОРМАЛИЗАЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА СЕТЕВЫХ ИНФРАСТРУКТУР

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

E-mail: ptitsina_lk@inbox.ru

В развитии технологий жизненного цикла информационных инфраструктур выделяется перспективное направление интеллектуализации мо-

мониторинга крупномасштабных сетей на основе планирования действий их информационных агентов.

На базе программных информационных агентов формируется распределенный вычислительный интеллект сетевых инфраструктур. Проблема преодоления априорной неопределенности объектами искусственного интеллекта представляется в контексте планирования их действий в стохастическом окружении.

В предлагаемый наукотехнологический подход к образованию распределенного вычислительного интеллекта систем мониторинга крупномасштабных сетей с управляемым качеством включаются методологии:

1) оптимального планирования действий информационных агентов при априорной неопределенности в описаниях стохастического окружения, подчиняемая контексту управляемого качества интеллектуального мониторинга крупномасштабных сетей;

2) генерации системно-аналитического ядра интеллектуального мониторинга крупномасштабных сетей, ориентируемая на типовые профили преодоления априорной неопределенности в условиях его реализации.

В состав системообразующих компонентов базовых методологий интегрируется нейроформализация, применяемая при априорном выборе оптимальных алгоритмов планирования действий интеллектуальных информационных агентов.

Необходимым условием успешного априорного выбора оптимального алгоритма планирования действий интеллектуальных информационных агентов является получение оценки значения используемого критерия эффективности на основе доступной информации и имеющихся в распоряжении системы знаний.

При выборе алгоритмов планирования действий интеллектуальных информационных агентов оценивается выполняемость условия ξ -оптимальности относительно соответствующего агрегированного критерия эффективности.

Базис алгоритмов формируется на основе применения методов нелинейного планирования, в операционной структуре которых предусматриваются конструктор цели и выбора подцели, стратегия консервации и стратегия оптимизации. Каждый алгоритм планирования действий интеллектуальных информационных агентов синтезируется в пространстве указанных процедур. При синтезе могут определяться новые алгоритмы, которыми обеспечивается соблюдение устанавливаемых требований к агрегированному критерию эффективности.

Агрегированный критерий эффективности оценивается при типовых ситуациях функционирования интеллектуальных информационных агентов, разделяемых на три группы со следующими характерными особенностями:

– умеренное быстродействие и несущественные емкостные ограничения на используемые ресурсы сети в штатном темпе решения задач мониторинга;

– высокая скорость выполнения функций из-за частых изменений в среде сетевой инфраструктуры и условий выполнения задач мониторинга;

– согласованное распределенное выполнение функций в сетевой инфраструктуре в условиях действия временных ограничений на решение задач мониторинга.

Описание типовых ситуаций осуществляется посредством параметризации предметной области, частным случаем которой является мониторинг сетевой инфраструктуры.

Профилирующие свойства алгоритмов планирования действий интеллектуальных информационных агентов отражаются универсальными и специфическими показателями качества.

К разряду универсальных относятся показатель функциональности, показатели качества плана, показатель вычислительной сложности, показатель быстродействия и показатель предсказуемости.

К разряду специфических причисляются степень ветвления дерева поиска, глубина дерева поиска, степень избыточности дерева поиска, показатель состоятельных вершин, вычислительная стоимость вызова алгоритма планирования действий.

Агрегированный критерий эффективности оценивается с помощью нейросетевой модели на базе сети прямого распространения с одним скрытым слоем. Размерность входного слоя сети вычисляется в соответствии с масштабом параметризации предметной области и размерностью объединенного множества универсальных и специфических показателей качества. В скрытом слое в качестве функции активации применяется гиперболический тангенс. Размерность скрытого слоя определяется в двух вариантах. В первом варианте учитывается размерность входного и выходного слоев искусственной нейронной сети.

Во втором варианте принимается во внимание мощность обучающего множества. Каждый из вариантов анализируется в контексте отбора доступной информации для априорного выбора оптимального алгоритма планирования действий интеллектуальных информационных агентов. В качестве функции активации выходного слоя используется логистическая функция.

Посредством сравнительного анализа результатов оценки агрегированного критерия эффективности проводится отбор параметров описания предметной области и показателей качества планирования, оказывающих существенное влияние на его уровень.

Оптимальный выбор алгоритмов планирования действий информационных агентов повышает эффективность интеллектуального мониторинга сетевых инфраструктур.

Ю. Т. Бутыльский, П. С. Зернов

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ ГИБРИДНОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЧИ В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

E-mail: pavel.zernov@gmail.com

На сегодняшний день при передаче речи широко используется технология голосовой телефонии VoIP. Как известно, технология VoIP обладает целым рядом преимуществ. Но наряду с этим существует и другой подход, позволяющий передавать голосовую информацию в сети TCP/IP с использованием словарей на передающей и приемной сторонах [1, 2]. Усовершенствованная модель этого подхода была предложена в работе [3], содержащей структурную модель процессов гибридной компрессии речи. Термин гибридной компрессии применяется в названии модели вследствие того, что она объединяет как классические, так и новые методы сжатия акустического сигнала. Структура была представлена в работе в общем виде и сейчас, на наш взгляд, настало время сфокусировать внимание на отдельных ее составляющих.

Один из наиболее важных, по нашему мнению, элементов модели гибридной компрессии акустического сигнала является процесс анализа характеристик речевого сигнала. В данной работе будут рассмотрены оптимальные, на наш взгляд, для получения характеристик речи методы анализа акустического сигнала, с использованием соответствующего математического аппарата. В дальнейшем, рассматриваемые в работе методы, будут применены для оценки параметров предложенной модели.

Речь – это нестационарный звуковой сигнал, поэтому анализ речи необходимо осуществлять на коротких отрезках сигнала, где его можно считать стационарным. Обычно такими отрезками определяют окна размером от 20 до 30 мс со сдвигом между началом соседних фрагментов в 10-15 мс, как показано на рис. 1.

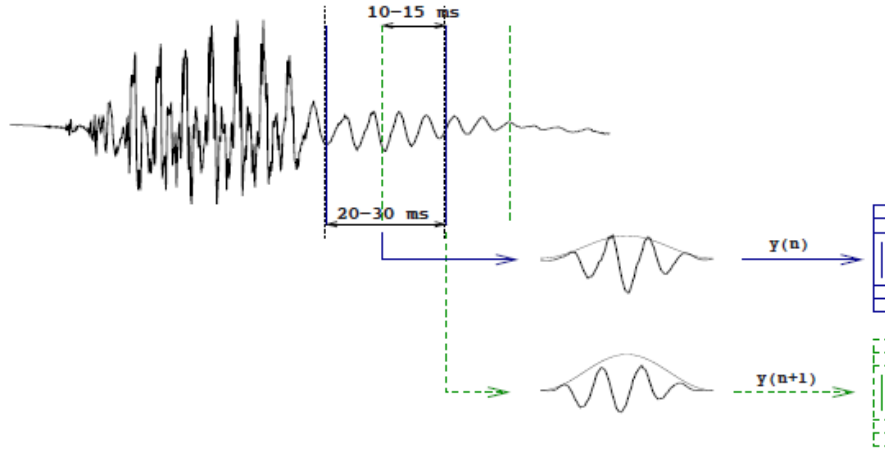


Рис. 1

Во избежание проблем, связанных с усечением сигнала, к исследуемой части сигнала должны быть применены так называемые «взвешенные окна» с соответствующими спектральными свойствами:

$$w_i = 0,54 - 0,46 \cos(i\pi^2 / N) - \text{окно Хэмминга};$$

$$w_i = (1 - \cos(i\pi^2 / N)) / 2 - \text{окно Хэннинга};$$

$$w_i = 0,42 - 0,5 \cos(i\pi^2 / N) + 0,08 \cos(2i\pi^2 / N) - \text{окно Блэкмана}.$$

Предыскажение также используется для компенсации -6 dB наклона спектра речевого сигнала. Этот шаг заключается в фильтрации сигнала фильтром высоких частот первого порядка $H(z) = 1 - kz^{-1}$, где k находится в промежутке от 0 до 1. Предыскажение применяется для входного сигнала перед обработкой его окнами.

Наряду с классическим спектральный анализом, имеющим постоянное разрешение по оси частот, выделяется спектральный анализ с переменным разрешением [4], где изменение разрешения является функцией частоты. Это достигается применением билинейной трансформации частотной оси, контролируемой параметром a .

Билинейное искривление частотной оси определяется формулой (1).

$$f' = \arctan \left| \frac{(1 - a^2) \sin f}{(1 + a^2) \cos f - 2a} \right|, \quad (1)$$

где f и f' - частоты оригинальной и преобразованной осей соответственно и a находится в промежутке от -1 до 1 .

Спектральный анализ проводится с постоянным разрешением по искривленной оси f' и, следовательно, с переменным разрешением по оси частот. Положительные значения приводят к усилению низких частот разрешения, в то время как отрицательные усиливают высокие. Если значение

равно единице, то преобразование становится идентичным классическому спектральному анализу с постоянным разрешением.

Использование спектрального анализа с переменным разрешением совместно с набором фильтров тривиально, так как состоит в определении центральной частоты фильтра в соответствии с искажением.

Также существуют линейные модели с переменным разрешением спектрального анализа. Идея состоит в решении нормальных уравнений на обобщенной автокорреляционной, а не на традиционной последовательности.

Обобщенная автокорреляция $r(p)$ - это отношение между исходным сигналом, отфильтрованным корректировочным фильтром

$$\mu(z) = \frac{1 - a^2}{(1 - az^{-1})^2}, \quad (2)$$

и последним отфильтрованным p раз корректировочным фильтром.

$$H(z) = \frac{z^{-1} - a}{1 - az^{-1}}. \quad (3)$$

Набор фильтров для частотного разложения – это технология классического спектрального анализа, которая состоит в представлении спектра энергий входного сигнала в виде набора фильтров, в котором они перекрываются полосовыми фильтрами, расположенными вдоль оси частот. Это представление дает грубое приближение к форме спектра сигнала, сглаживая гармоническую структуру, если таковая имеется. При использовании анализа с переменным разрешением центральные частоты фильтров устанавливаются таким образом, чтобы они были равномерно распределены по искривленной оси, а сами фильтры разделяли одинаковую полосу пропускания на искривленной оси. Также это применяется к деформации частот Мела, часто используемой для анализа речи, которая имитирует спектральное разрешение человеческого уха.

Деформация Мела аппроксимируется функцией:

$$\text{mel}(f) = 2595 \log_{10}(1 + f / 700). \quad (4)$$

Одна из реализаций набора фильтров, основанная на треугольных фильтрах и быстрых преобразованиях Фурье, представлена на рис. 2.

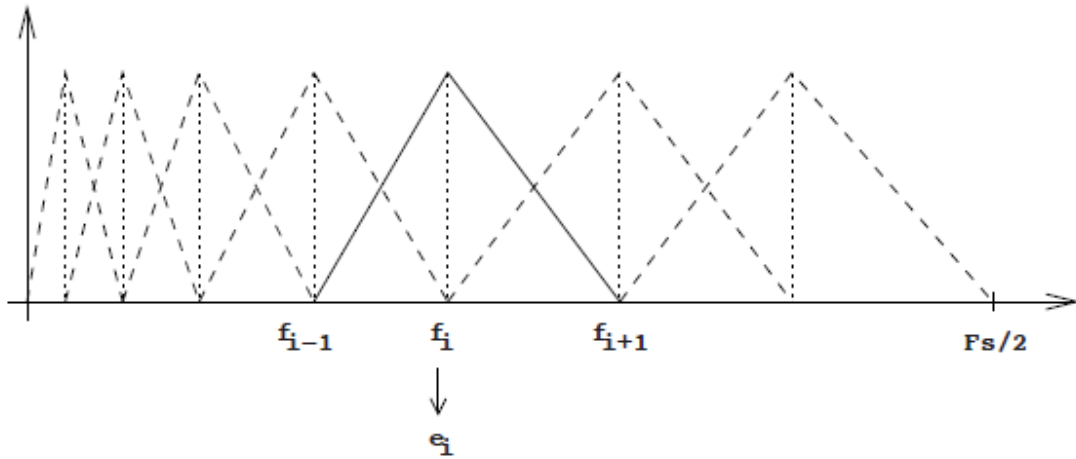


Рис. 2

Энергия выходного i -го канала

$$e_i = \log \sum_{j=1}^N h_i(j) \|X(j)\|, \quad (5)$$

где N – длина быстрого преобразования Фурье, h_i – частотная характеристика фильтра.

Характеристика фильтра – это треугольник с центром в частоте f_i и полосой от f_{i-1} до f_{i+1} , т. е. частоты f_i – это центральные частоты фильтров, определяемые согласно желаемой спектральной деформации.

Линейное предсказание речи [5] один из вариантов анализа, позволяющий по некоторому набору предшествующих отсчетов речевого сигнала, предсказать текущий. Голосовой тракт моделируется полюсным фильтром p -го порядка

$$H(z) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^p a_i z^{-i}}, \quad (6)$$

где a_i – это коэффициенты предсказания, полученные путем минимизации среднеквадратичной ошибки предсказания.

Минимизация может осуществляться путем использования автокорреляционного метода. Идея алгоритма разрешения состоит в том, чтобы многократно оценить коэффициенты предсказания для каждого порядка предсказания, пока требуемый порядок не будет достигнут. Если предположить, что коэффициенты порядка $n-1$ известны и задают ошибку предсказания e_{n-1} , то оценка коэффициентов n -го порядка зависит от коэффициентов n , определенных так:

$$k_n = \frac{-1}{e_{n-1}} \sum_{i=0}^{n-1} a_{n-1}(i) r(n-i), \quad (7)$$

где r – автокорреляция сигнала.

С учетом коэффициентов отражения k_n , коэффициенты предсказания вычисляются посредством рекурсии:

$$a_n(i) = a_{n-1}(i) + k_n a_{n-1}(n-i), \quad (8)$$

для $i = 1, \dots, n-1$ и $a_n(n) = k_n$.

В итоге ошибка предсказания для n -го порядка вычисляется по формуле:

$$e_n = e_{n-1}(1 - k_n^2), \quad (9)$$

Для случая переменного разрешения вместо традиционных автокорреляционных последовательностей используются обобщенные.

Коэффициенты полюсного фильтра могут быть представлены несколькими равнозначными способами. Возможно непосредственное использование коэффициентов линейного предсказания a_i . Коэффициенты отражения (частичной корреляции) k_i , принадлежащие диапазону от -1 до 1 и используемые в алгоритме разрешения, также могут быть применены в фильтре.

Логарифмическое отношение площадей:

$$g_i = 10 \log_{10} \left(\frac{1 + k_i}{1 - k_i} \right), \quad (10)$$

является одним из вариантов вычисления фильтра предсказания. Частоты линейного спектра или пары линейного спектра также часто используются для кодирования речи.

Кепстральные коэффициенты могут быть получены как из набора фильтров, так и путем линейного предсказания. Согласно теории, кепстр – это обратное преобразование Фурье от логарифма прямого преобразования. Таким образом, за счет сохранения только первых нескольких кепстральных коэффициентов и установки оставшихся коэффициентов в ноль, можно добиться сглаживания гармонической структуры спектра. Кепстральные коэффициенты удобны для представления огибающей речевого спектра.

На практике, кепстральные коэффициенты могут быть получены из набора фильтров энергий e_i через дискретное косинусное преобразование.

$$c_i = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{j=1}^N e_j \cos\left(\frac{\pi i(j-0.5)}{N}\right), \quad (11)$$

где N - число каналов в наборе фильтров и i находится в промежутке от 1 до M , при этом $M \leq N$.

Кепстральные коэффициенты также могут быть получены из коэффициентов линейного предсказания a_i :

$$c_i = -a_i + \frac{1}{i} \sum_{j=1}^{i-1} (i-j) a_j c_{i-j}, \quad (12)$$

для i на участке от 1 до M , при этом $M \leq P$ порядка предсказания.

Кепстральные коэффициенты имеют различную динамику, в частности, большие значения отображают меньшую дисперсию. Иногда в целях моделирования желательнее иметь постоянную динамику изменения всех

коэффициентов. Одним из способов снижения этих различий является применение метода «повышения», который предполагает вычисление веса каждого из коэффициентов. Вес для i -го коэффициента в параметрическом виде определяется следующим образом:

$$h_i = 1 + \frac{L}{2} \sin\left(\frac{i\pi}{L}\right), \quad (13)$$

где L – повышающий параметр, обычно равный $2M$.

Нормализация может быть использована для уменьшения разницы между сигналами, записанными в различных условиях. Нормализация состоит в удалении среднего и нормализации дисперсии. Кепстральное вычитание среднего является достаточно распространенной техникой компенсации искажений. Нормализация дисперсии предполагает приведения ее свойств к единому значению и часто используется в распознавании речи для ее очистки от шумов и ошибок, полученных в канале связи. Нормализация может быть глобальной и локальной. В первом случае среднее значение и стандартное отклонение вычисляются для всего сигнала, а во втором они вычисляются в окне относительно текущего времени.

Для учета динамического характера речи в исходные свойства вектора добавляются значения первой и второй производных для заранее выбранных свойств.

Производная первого порядка:

$$y_i'(t) = \frac{2y_i(t+2) + y_i(t+1) - y_i(t-1) - 2y_i(t-2)}{10}. \quad (14)$$

Вторая производная или ускорение вычисляется через производную первого порядка.

В данной работе были рассмотрены методы обработки акустического сигнала, их математическая основа, а также затронуты аспекты практического применения. Таким образом, была сформулирована и решена задача нахождения оптимальных методов анализа акустического сигнала для модели гибридной обработки речи в системе передачи данных. В дальнейшем целесообразно на основе рассмотренных методов анализа произвести минимизацию параметров, описывающих предложенную модель.

Список литературы

1. *Зернов, П. С.* Новый подход к передаче речи / П. С. Зернов // Технологии и средства связи. – 2008. – № 2.
2. *Зернов, П. С.* Синтез русской речи в системе экспресс-сообщений / П. С. Зернов // Технологии и средства связи. – 2008. – № 3.
3. *Бутыльский Ю. Т.* Гибридная обработка акустического сигнала для систем передачи данных / П. С. Зернов // Технологии и средства связи. – 2011. - № 1.
4. *Speech Signal Processing Toolkit* [Электронный ресурс]: документация. – Режим доступа: <http://www.irisa.fr/metiss/guig/spro/spro-4.0.1/spro.html>

5. Маркел Дж. Д. Линейное предсказание речи / Дж. Д. Маркел, А. Х. Грэй // пер. с англ.; под ред. Ю. Н. Прохорова, В. С. Звездина. – М. : Связь, 1980.

В. А. Ачкасова, И. Г. Чередов, Д. В. Шутман

ИНТЕГРАЦИЯ ГУМАНИТАРНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

E-mail: cheredov@gf-sut.ru

Общепризнанным фактом является то, что современный социум вступил в информационную эпоху. При этом характерная особенность сегодняшнего времени заключается в том, что общество переживает период коммуникационной революции, с одной стороны, предоставляющей специалистам новые, альтернативные инструменты для осуществления коммуникации с целевыми аудиториями, с другой – расширяющей диапазон форм и видов коммуникации. Современные технологии коммуникации определяют на данный момент специфику распространения и потребления информации, позволяя в совершенно иных, чем прежде, форматах осуществлять информационно-коммуникационное взаимодействие между субъектами.

Современная задача вуза – разработать способы **интеграции** таких видов деятельности, как:

- создание информации (контента);
- управление ее содержанием;
- эффективное использование диверсифицированных каналов передачи адаптированной информации.

Это должно найти свое выражение в формировании профессионала качественно нового уровня. Этот профессионал должен не только владеть инфокоммуникационными технологиями, но и уметь создавать информацию, эффективно воздействующую на разные целевые аудитории, т. е. быть широко эрудированным, обладать знаниями о семантике и стилистике, владеть навыками литературного редактирования.

В результате конвергенции трех факторов – новейших технологий, смыслов информации, интерпретации ее содержания – произошло рождение нового коммуникационного феномена – контента. Под контентом (дословный перевод английского термина content означает «содержание, содержимое») обычно понимается информационное наполнение носителя – все типы материалов: web-страницы, документы, программы, аудио-файлы, видео и т. д.

Как представляется, содержание (контент) может быть весьма различным: экономическим, правовым, техническим и т. д. Оно может находиться в Интернете, и тогда носит название Web-контент, либо в офф-лайн-

пространстве (в организации, на предприятии и т. д.), и в этом случае оно называется корпоративным контентом. Web-контент в основном не структурирован (тексты, аудио и видеоматериалы и т. д.). Корпоративный контент, как правило, сохраняется в вербальных и структурированных формах (таблицы, базы данных и знаний, хранилища данных и т. д.).

Работа в сфере интернет-технологий строится на основе принципов эффективности контента, т. е. на том, что делает его применимым и полезным. Современные требования к нему описаны в работах многих авторов, наиболее полную их классификацию предложила Эрин Киссейн в своей книге «Основы контентной стратегии» [2].

- **уместность:** контент должен подходить как отправителю сообщения, так и получателю;

- **полезность:** все элементы контента должны соответствовать своим целям;

- **ориентированность на когнитивную точку зрения пользователя;**

- **ясность для получателя;**

- **лаконичность – минимальная избыточность информации;**

- **обновляемость – легкость в обслуживании.**

Эрин Киссейн также выделяет участников процесса создания контента, распределив их на 4 группы:

- **редакторы** – налаживают контакт с аудиторией, владеют «сторителлингом», навыками издательской работы;

- **контент-менеджеры (кураторы)** – создают условия для доступа к контенту;

- **маркетологи** – сопоставляют цели организации с потребностями пользователей и определяют стратегии работы в каналах передачи;

- **ученые, работающие с информацией,** – решают вопросы эффективного хранения, получения и распространения информации.

При этом одним из важнейших инструментов для распространения сообщений, воздействующих на общественное сознание, продолжают оставаться средства массовой информации. Массмедиа – подчас единственный источник получения оперативных знаний: поток информации не ограничивается лишь сообщениями из близлежащих регионов, зарубежные новости даже гипотетически нельзя проверить. В мире постоянно происходит множество событий, но социально значимыми они становятся только при помощи СМИ, которые сами определяют, что значимо для общества, а что нет, привлекая внимание массовой аудитории лишь к тем событиям, которые они считают важными.

Чтобы обеспечить восприятие аудиторией предложенных сведений, масс-медиа используют определенный алгоритм действий. На первом этапе осуществляется определенный отбор сведений в качестве релевантных или достойных для трансляции (основные требования: наличие конфликтов, катастроф, жизнь знаменитостей, нечто необычное, производящее яркое эмоциональное впечатление). На втором этапе эмоциональность усиливается с тем, чтобы сделать информацию максимально субъективной (адаптирован-

ной к восприятию каждого индивида) и устранить противоречие между содержанием информации и сомнением аудитории в правдивости ее источников [3].

Речь идет о формировании так называемой «повестки дня» – результате применения метода, используемого для создания события, чтобы пробудить интерес, поддержания его на плаву, чтобы заработать очки в борьбе за аудиторию и, наконец, замалчивания, чтобы «убить» его, когда интерес аудитории начинает угасать. «Продолжительность жизни» события, естественно, варьируется в зависимости от целей, которые ставят перед собой руководители СМИ, от актуальности и важности сюжета. Представляется, на первый взгляд, что события корпоративной жизни – еще дальше от повседневных интересов широкой публики, чем политические новости. Однако эмпирические исследования подтвердили, что даже довольно далекие от бизнеса люди нередко с интересом воспринимают сообщения из этой сферы. С другой стороны, молчание по поводу какого-либо предмета делает его почти несуществующим в глазах общественности.

Технологии формирования повестки дня создают все условия для управления социумом. Для понимания функционирования механизма манипуляции большое значение имеет вопрос о компонентах манипулятивного воздействия. Их можно свести к нескольким группам:

- 1) оперирование информацией;
- 2) сокрытие манипулятивного воздействия;
- 3) степень и средства принуждения, применения силы;
- 4) мишени воздействия;
- 5) искусственное внедрение мишеней.

Все разнообразие производимых над информацией операций можно сгруппировать по нескольким параметрам: искажение, утаивание, способ и момент подачи информации. Искажение информации может варьировать от откровенной лжи до частичных деформаций, таких как подтасовка фактов или смещение по семантическому полю понятия, когда, например, борьба за права какого-либо меньшинства подается как борьба против интересов большинства [4].

Утаивание информации в наиболее полном виде проявляется в умолчании – сокрытии определенных тем. Более часто используется метод частичного освещения или избирательной подачи материала [1].

Способ подачи информации нередко играет решающую роль в том, чтобы сообщаемое содержание было воспринято необходимым его отправителю образом. Точно так же подача информации мелкими порциями не позволяет использовать ее эффективно. В обоих случаях заранее снимается возможный упрек в сокрытии тех или иных сведений. Весьма эффективным по манипулятивному воздействию является прием особой компоновки тем (создание искаженного контекста), который позволяет незаметно привести получателя информации к вполне однозначным выводам.

Немалую роль в изменении значимости воздействия играет момент подачи информации, например показ в наиболее (наименее) удобное для

телезрителей время.

Исследуя информационные способы психологического воздействия, следует отметить, например, «лингвистические ловушки». Под ними понимаются неявные ограничения, накладываемые на содержание избранными для его передачи словами или выражениями (в первую очередь имеется в виду способ или традиция их употребления).

Для укоренения социальных мифов технологии манипулирования предполагается использование различных методов воздействия на сознание людей. Например, стремление сохранить в секрете факт воздействия вызвало к жизни технологии подпорогового воздействия [5], использующие как визуальную, так и аудиальную сферы восприятия. В данном случае задача сокрытия решается столь кардинально, что наличие воздействия можно обнаружить лишь с помощью специальной аппаратуры.

Одной из наиболее значимых в изучении манипуляции тем является проблема мишеней манипулятивного воздействия. Представляется уместным при рассмотрении психологических механизмов использовать понятие «мишень» для обозначения тех психических структур, на которые оказывается влияние со стороны инициатора воздействия.

Логика манипуляторов при этом очевидна: чем шире аудитория, на которую требуется оказать воздействие, тем универсальнее должны быть используемые мишени. Специализированность и точная направленность массового воздействия возможна тогда, когда организатору воздействия известны специфические качества интересующего его слоя населения или группы людей. Соответственно чем уже предполагаемая аудитория, тем точнее должна быть подстройка под ее особенности. В случаях, когда такая подстройка по каким-либо причинам не производится (отсутствие времени, необходимых знаний и т. п.), используются «универсальные побудители»: гордость, стремление к удовольствию, комфорту, желание иметь семейный уют, продвижение по службе, известность и т. п.

Более искусные способы манипулирования предполагают предварительное формирование мнений или желаний, закрепление их в массовом сознании или в представлениях отдельного конкретного человека, с тем чтобы можно было к ним затем обращаться. Например, создание мифа о заботливом президенте или респектабельности компании, убеждение партнера в том, что ему хотят помочь, или что ему угрожает опасность.

Индифферентность/манипулятивность информационного послания будет определяться следующими факторами:

- спецификой (кодом) сообщения;
- особенностями реципиента:
 - а) фильтрами восприятия реципиента;
 - б) текущим состоянием реципиента;
- спецификой канала передачи информации.

Учет особенностей реципиента и соответственно адекватный подбор формы сообщения и канала повышают вероятность того, что переданная информация окажет запланированное воздействие.

Предпринятый анализ выявил приверженность американских и европейских специалистов идеям: изменения парадигмы технического образования; изменения глобальной цели западного общества, состоящей в становлении цивилизационного диалога; необходимости внесения профессионального, расового, этнического, гуманитарного разнообразия в инженерное образование, обусловленного эпохальными вызовами и вариативными ожиданиями студентов от получаемого образования. К основным принципам работы университетов прикладных наук, практикующих на протяжении 30 лет программы синергетического обучения, относится следующее.

Требования к профессиональным и личностным компетенциям выпускников технических вузов Европы можно свести к следующим шести разделам:

- a) знания и понимание;
- b) инженерный анализ;
- c) инженерное проектирование;
- d) исследования;
- e) инженерная практика;
- f) личностные навыки.

В обобщенном виде для бакалавров техники и технологии компетентность определяется готовностью к деятельности по изучению, поиску, апробации, внедрению и распространению технических и технологических инноваций. Для магистров техники и технологии поле инновационной деятельности расширяется и усложняется и включает готовность к деятельности по поиску и изучению инноваций, проведению фундаментальных и прикладных исследований, конструктивной и технологической разработке, апробации, внедрению и распространению технических и технологических инноваций.

Список литературы

1. *Кассирер, Э.* Техника современных политических мифов / Э. Кассирер // Вестник Моск. ун-та. Сер. 7. Философия. – 1990. – № 2.
2. *Киссейн, Э.* Основы контентной стратегии / Э. Киссейн; пер. с англ. П. Миронова. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2012.
3. *Цвик, В. Л.* Телевизионная журналистика : История, теория, практика / В. Л. Цвик. – М. : Аспект Пресс, 2004. – С. 212–213.
4. *Goodin, K. E.* Manipulatory politics / K. E. Goodin. – Yale U.Pr. N. Haven. L., 1980.
5. *Key, W. B.* The age of manipulation: The con in confidence, the sin in sincere / W. B. Key. – N.Y. : Holt, Cop, 1989.

Вставка – Конференция 2: Телемедицина и биотехнические системы

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ САМОРЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛЕЧЕБНО-РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ИГР

Введение

Целью данной работы являлась разработка собственной инновационной методики на основе биологической обратной связи для улучшения функционального и психофизиологического состояния человека. Таким образом, были внедрены 2 методики: кроуноскопия и опторитмография. На основе разработанных методик был создан программный комплекс в виде обучающих игр и проведены соответствующие испытания.

Актуальность проблемы контроля адаптивного и психофизиологического статуса организма обусловлена все более возрастающим в современном мире воздействием на человека стрессорных агентов, неблагоприятных физических и психологических факторов, которые могут повлечь за собой развитие так называемых «болезней стресса».

В человеческом организме заложено множество защитных механизмов, и в большинстве случаев их работа осуществляется по принципу саморегуляции. Осознавая принципы организации регуляторных функций организма, человек способен научиться разумно контролировать и использовать свои защитные силы. Одной из таких методик является биологическая обратная связь. **Биологическая обратная связь (БОС)** – это учебный процесс, в котором люди обучаются улучшать свое здоровье и психологическое состояние, наблюдая сигналы, идущие от собственного тела. Этот метод научно обоснован и базируется на многочисленных экспериментах и обширной клинической практике.

При всем разнообразии методов БОС на сегодняшний день не существует общепринятой методики, способной оценивать изменение всего организма в целом при саморегуляции функционирования определенного органа или системы и психического состояния.

Методы

Биологическая обратная связь на основе кроуноскопии (Кроун-БОС)

Способ исследования объектов методом кроуноскопии – принципиально динамический, основанный на анализе изменения коронного разряда объектов во времени в электромагнитном поле высокой напряженности.

Метод кроуноскопии – это сформировавшийся динамический подход к исследованию короноразрядных изображений объектов. Он является результатом развития методик по наблюдению и анализу феномена свечения

объектов в электромагнитном поле высокой напряженности от статических изображений к их динамическим характеристикам.

Предложенный подход к технологии биологической обратной связи «Кроун БОС» основан на обучении и развитии способности человека управлять характеристиками электрофотонной эмиссии с кончиков пальцев. Регистрация электрофотонного свечения участков кожи (в частности, в зонах Захарьина–Геда, в области точек акупунктуры) с помощью высоковольтного электрического поля, которое фиксирует изображение свечения биологического поля, несет ценную информацию о состоянии организма. Получаемые изображения различаются по форме, спектру и динамике. Качественные характеристики параметров этого свечения меняются в зависимости от психофизиологического состояния человека.

Метод опторитмографии

Суть метода заключается в следующем. Исследуемые ткани биологического объекта (в данной методике – лобные и височные области поверхности головы человека) просвечиваются пучком инфракрасного (ИК) излучения с помощью источника (светодиода, создающего ИК-излучение с длиной волны 940 нм, имеющее глубину проникновения в ткани организма до 4 см), которое, частично проходя через ткань и частично отражаясь от ее внутренних структур, воспринимается фотоприемниками.

Сигнал посылается путем генерации излучения со светодиода с длиной волны 940 нм с шириной полосы излучателя фотосенсора по уровню $0,5 \pm 20$ нм с суммарной импульсной мощностью ИК-излучателей одного фотосенсора не более 250 мВт. Регистрируется отраженное оптическое излучение при помощи фотодиода приемника, расположенного конструктивно в непосредственной близости (5 мм) от оптического излучателя.

Сигналы с датчиков после усиления поступают на входы АЦП микроконтроллера, который с частотой дискретизации 25 Гц преобразует каждый из сигналов в цифровой код и передает в ОЗУ компьютера.

При помощи инфракрасного излучения хорошо определяются количество проходящего по сосудам гемоглобина (с кислородом и без него) и объем крови в тех или иных участках мозга. Объем крови зависит от параметров сердечно-сосудистой системы и отражает физиологическое состояние организма человека или животного. Пульсации периферических сосудов, возникающие за счет прохождения пульсовой волны, вызывают колебания оптической плотности живой ткани, поэтому поток ИК-излучения, прошедший и отраженный от тканей, модулируется по амплитуде и наводит в фотоприемнике электрический сигнал, пропорциональный этому потоку. Таким образом, прибор позволяет вести неинвазивную запись.

При активации зон мозга (например, при выполнении испытуемым психофизиологических тестов или других заданий) изменяется потребление кислорода и кровообращение в указанной зоне активизируется, таким образом, опосредованно изменяется амплитуда ИК-излучения, что регистриру-

ется фотодатчиком. Учитывая высокую скорость регистрации сигнала, мы получаем динамическую картину изменения амплитуды регистрируемого ИК-излучения во времени. Один цикл измерений кровотока, вычислений и выдачи команды занимает у системы 40 мс. Полученный сигнал обрабатывается и калибруется с помощью персонального компьютера, получаем динамическую кривую определенной формы, регистрируемую с определенного участка области головы. Программное обеспечение помогает убрать «шумы», выделить фоновые колебания кривой и специфические (связанные с выполнением тестов) динамические изменения регистрируемых данных.

Разработанное программное обеспечение

Кроун-БОС

Управление объектом осуществляется с помощью прибора кроуноскоп.



Рис. 1. Интерфейс программного обеспечения Кроун-БОС

Программное обеспечение, разработанное для данной методики, представляет собой компьютерную игру. На экране человек видит зрительный образ (бабочка или подводная лодка). Положение этого образа на экране зависит от характеристик коронного разряда пальцев (кроунграмм). Изменения характеристик кроунграмм обуславливает перемещение по экрану виртуальных объектов с целью решения поставленных в каждом конкретном случае задач.

Характеристики представлены двумя параметрами для каждого пальца: «Площадь распределения» и «Коэффициент реакции». Параметр «Площадь распределения» связан с распределением энергетика по органам и системам организма испытуемого, «Коэффициент реакции» - со степенью активности и напряженности. Расчет коэффициента реакции ведется на основе разницы показателей кроунграмм пальца, снятых с фильтром и без фильтра.

Методики самовоздействия для возможности управления своим психофизиологическим состоянием прилагаются к данному программному обеспечению и представляют собой дыхательные упражнения, визуализацию и мышечную релаксацию с элементами аутогенной тренировки.

Опторитмография

Управление объектом осуществляется с помощью прибора опторитмографа.

Прибор состоит из оптических сенсоров и процессорного блока, расположенных на эластичном ремне. Вся конструкция закрепляется на голове испытуемого, подобно повязке, обхватывая лобные и височные области. Оптические сенсоры представляют собой конструкцию с широкополосным фотодиодом и ИК-светодиодами, расположенными таким образом, чтобы эффективно регистрировать данные с площади примерно в 1 см^2 , сам сенсор занимает площадь порядка 6 см^2 .

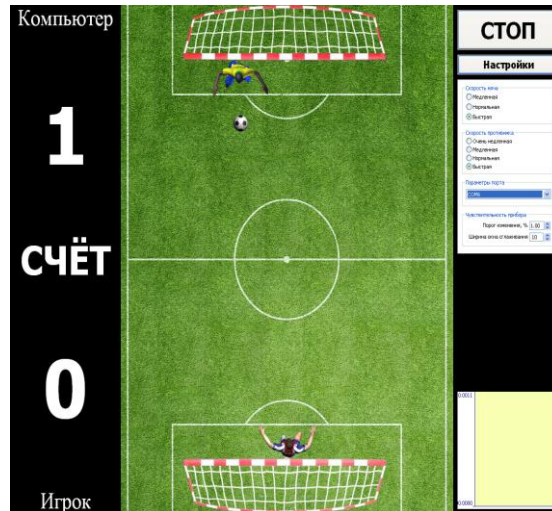


Рис. 2. Интерфейс программного обеспечения опторитмографии

Программное обеспечение представляет собой игру «Мини-футбол», где управление объектом происходит посредством изменения активности головного мозга.

При активизации состояния, вызванной процессами, происходящими в мозгу, объект успешно проходит этапы игры.

Активация может происходить через выполнение различных задач на логическое мышление, счет, визуализацию желаемой траектории движения объекта, визуализацию абстрактных геометрических объектов, также здесь присутствуют такие факторы, как, например, эмоциональное побуждение к победе и разрядка через мышечную активацию, проговаривание и дыхание.

Эффект от игры – повышение активности головного мозга и адаптации организма человека, а также увеличение стрессоустойчивости и силы воли.

Заключение

Анализ результатов проведенных исследований свидетельствует о снижении уровня психо-эмоционального напряжения, реактивной и личностной тревожности, утомляемости, повышении уровня активного бодрствования, работоспособности, психологической активности у испытуемых экспериментальной группы на фоне применения методик Кроун-БОС и опторитмографии.

Применение разработанных методов позволяет обучать человека:

- адекватно расходовать психологические и физиологические резервы организма. В программе «Кроун-БОС» на каждом этапе игры пациенту

предлагается задача по изменению одного из параметров свечения до определенных величин. Данный подход создает у пациента навыки контроля над скоростью и интенсивностью психофизиологических реакций, что позволяет рационально использовать их;

- осуществлять мотивированный переход в состояние активного бодрствования или психоэмоциональной релаксации. С физиологической точки зрения эффективность методов связана со снижением симпатической активности вегетативной нервной системы, что проявляется в виде способности организма к перестройке и переходу на более выгодные пути гомеостаза. Этот переход, мотивированный игровым стимулом, при систематическом повторении становится для испытуемого вариантом нормы его собственного психосоциального поведения. Переноса навыки, полученные в ходе игры, в реальную повседневную жизнь, испытуемый осознано использует механизмы психологической перестройки для более успешной деятельности в каждый момент, когда это необходимо;

- снижать уровень напряжения и тревожности. Баланс симпатического и парасимпатического отделов нервной системы, достигаемый в ходе тренировки, способствует регуляции вегетативных функций организма, что положительно влияет на физические, эмоциональные, психологические и социальные процессы, обеспечивая оптимальное использование всех возможностей индивида. Таким образом, в процессе тренировки снижаются такие показатели, как «Уровень психомоторного напряжения», «Уровень реактивной тревожности», что подтверждено в данном исследовании;

- повышать работоспособность и психологическую и мозговую активность.

Способность подкорковых структур головного мозга к подстройке и приспособлению к новым условиям, установление новых ассоциативных связей в коре больших полушарий, произвольная регуляция сосудистого и мышечного тонуса в ходе БОС-тренировки с применением метода кроуноскопии – все это отражается на психологической активности и работоспособности испытуемых.

Снижение уровня психомоторного напряжения и тревожности, как следствие, влечет за собой повышение уровня активного бодрствования, что также подтверждается результатами данного исследования.

Кроме того, испытуемыми было отмечено субъективное улучшение физиологического состояния, а также простота и удобство в использовании данной технологии.

Список литературы

1. Альтернативная медицина. Немедикаментозные методы лечения / под ред. проф. Н. А. Беякова. – Архангельск: СПбМАПО, С.-З. книжное издательство, 1994. – С. 85–86
2. *Бехтерева, Н.П.*, Магия мозга и лабиринты жизни / Н. П. Бехтерева. – М. : АСТ; СПб. : Сова, 2007. – С 85.

3. *Илюхина, В. А.* Сверхмедленные физиологические процессы и межсистемное взаимодействие в организме / В. А. Илюхина, З. Г. Хабаева, Л. И. Никитина и др. – Л. : Наука, 1986. – 186 с.

4. *Крыжановский, Э. В.* Основы кроуноскопии. Анализ энергетических и адаптационных резервов организма / Э. В. Крыжановский. – СПб. : Политехника, 2008. – С. 69–70.

5. *Lubar, J. F.* Neurofeedback assessment and treatment for attention deficit/hyperactivity disorders / J. F. Lubar, J. O. Lubar // In: Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback. Eds.: Evans J.R. & Abarbanel A., 1999, Academic Press. – P. 103–143.

*Н. А. Загустина¹, С. В. Гурин¹,
Я. Н. Машковская², Ф. М. Соколова², Н. Е. Иванова²*

ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ «КСИ-МЕД» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫБОРА СРЕДСТВ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С НЕЙРОПАТОЛОГИЯМИ

*¹Россия, Санкт-Петербург, ООО «Научно-производственный центр
«Потенциал»*

*²Всероссийский научно-исследовательский нейрохирургический институт
им. проф. А.Л. Поленова*

E-mail: s_zna@mail.ru

Диагностическая экспертная система (ДЭС) «КСИ-Мед» (Рег. удост. № ФСР 2011/10933) относится к медицинской технике, в частности, к диагностическим экспертным системам для оценки функционального состояния организма человека и может быть использована на всех этапах медицинского процесса как средство повышения эффективности и обеспечения персонификации проводимых мероприятий.

Это принципиально новый класс метрологической аппаратуры, позволяющий впервые объективно регистрировать сверхслабые энергетические возмущения в окружающей среде (менее 0,002 эВ):

- все измерения выполняются жидкостными электродами;
- уровень диагностического воздействия адекватен энергетике клетки и биологически активной точки (БАТ) (порядка 10–9 ВА);
- повторяемость, достоверность, воспроизводимость результатов;
- быстрота и оперативность процедуры диагностики и обработки данных;
- оценка функционального состояния и резервов адаптации с уровня предболезни;

Прогностическая оценка состояния ФС.
Возможности ДЭС позволяют использовать ее, начиная с этапа ранней ней-

рореабилитации. Это особенно важно для пациентов, имеющих неврологический дефицит, вследствие интраоперационных осложнений (кровоизлияние, вазоспазм, эмболизация функционально значимых артерий клеевым композитом). Такие пациенты нуждаются в раннем реабилитационном лечении, задачей которого является психологическая реадaptация, коррекция двигательных нарушений и профилактика осложнений.

Цель работы. Оценить возможности экспертной системы, связанные с прогнозированием целесообразности применения тех или иных форм физической реабилитации, их индивидуальным подбором, т. е. оценить возможность управления процессом ранней физической реабилитации конкретного пациента.

Материалы и методы. В РНХИ им. А. Л. Поленова проводилось лечение 12 пациентов с аневризмой сосудов головного мозга (АВМ). Возраст от 19 до 55 лет (женщины 33,3%, мужчины 66,6%).

Характеристика материала: гипертоническая болезнь (100%), легкие двигательные нарушения (25%), умеренные двигательные нарушения, выраженные двигательные нарушения 50%.

Обследования пациентов включали:

- 1) стандартный нейрохирургический комплекс – неврологическое, офтальмологическое исследования, церебральная ангиография, ЭЭГ, КТ и МРТ головного мозга;
- 2) специальные исследования – диагностическая экспертная система «КСИ-Мед» (оценка функционального состояния и резервов адаптации), индекс Бартел (индекс активности повседневной жизнедеятельности), модифицированная шкала Рэнкина (оценка тяжести состояния), шкала Е. И. Гусева – В. И. Скворцовой (динамика неврологического дефицита), опросник SF-36 (оценка качества жизни пациента).

В процессе курса лечения отслеживалось их состояние до и после операций и сеансов адаптивной физической реабилитации. Физическая реабилитация включала: фотохромотерапию («Спектр ЛЦ-02») на область неврологического дефицита (верхняя или нижняя конечность, мимическая мускулатура), массаж по смешанной методике, кинезиотерапия по релаксирующей и одновременно корригирующей методике. Зоны приложения воздействий и степень нагрузки выбирались в соответствии с результатами оценки функционального состояния пациента на ДЭС «КСИ-Мед». Реабилитационное комплексное лечение проводилось с использованием последовательного подхода. На начальном этапе проводилась в утренние часы фотохромотерапия. Время воздействия на одно поле составляло до 5 мин, курсом 10 дней. Затем применялся массаж с релаксирующим воздействием на мышцы – сгибатели, и тонизирующим на мышцы-разгибатели паретичных конечностей, после чего применялась кинезиотерапия.

Результаты. После курсового лечения у пациентов отмечена положительная динамика в виде уменьшения неврологического дефицита, с увеличением силы в конечностях и уменьшением спастичности и нормализации пониженного мышечного тонуса. Также у пациентов наблюдалась нормали-

зация сна, улучшение мелкой моторики. По данным ДЭС «КСИ-Мед» после курса нейрореабилитации было зарегистрировано увеличение адаптационного ресурса организма в среднем на 25–40%, отмечалась тенденция к нормализации состояния функциональных систем, что полностью коррелировало с улучшением самочувствия пациентов клиническими данными и подтверждало эффективность проведенного лечения (динамика изменения состояния здоровья пациентов представлена на рис. 1, 2). Применение методики выделения рефлексогенных зон с помощью ДЭС «КСИ-Мед» позволило увеличить эффективность фотохромотерапии и снизить число процедур в курсе в 2 раза.

Применение ДЭС «КСИ-Мед»:

- позволило разработать персонифицированный подход к пациенту;
- способствовало улучшению психоэмоционального состояния больного и увеличению реабилитационного потенциала в среднем на 20%;
- способствовало снижению сроков реабилитационных мероприятий;
- выявило тенденции изменения состояния функциональных систем (ФС) и слабое звено организма пациента;
- дало прогноз по каждому из возможных вариантов оказания помощи средствами, существующими в распоряжении лечащего врача;
- свело до минимума субъективный фактор процесса диагностики;
- обеспечило однозначность понимания результатов диагностической экспертизы сторонами, заинтересованными в успешной реабилитации неврологических больных.

Таким образом, специалисту открывается возможность эффективно воздействовать средствами адаптивной физической реабилитации на всех этапах нейрореабилитации, включая острый период бессознательного и измененного состояния сознания больного, тем самым предупреждать и преодолевать возникающие тяжелые поражения головного мозга.



Рис. 1, а. Результаты исследования на ДЭС «КСИ-Мед»

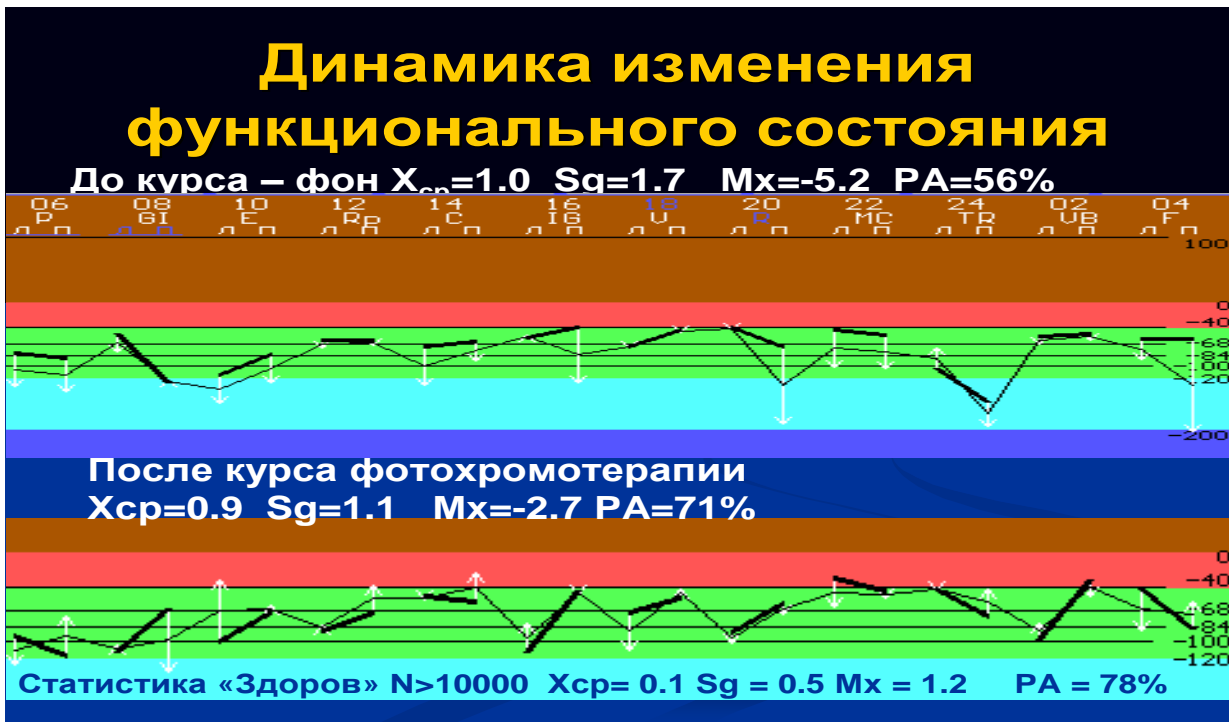


Рис. 1, б. Результаты исследования на ДЭС «КСИ-Мед»,

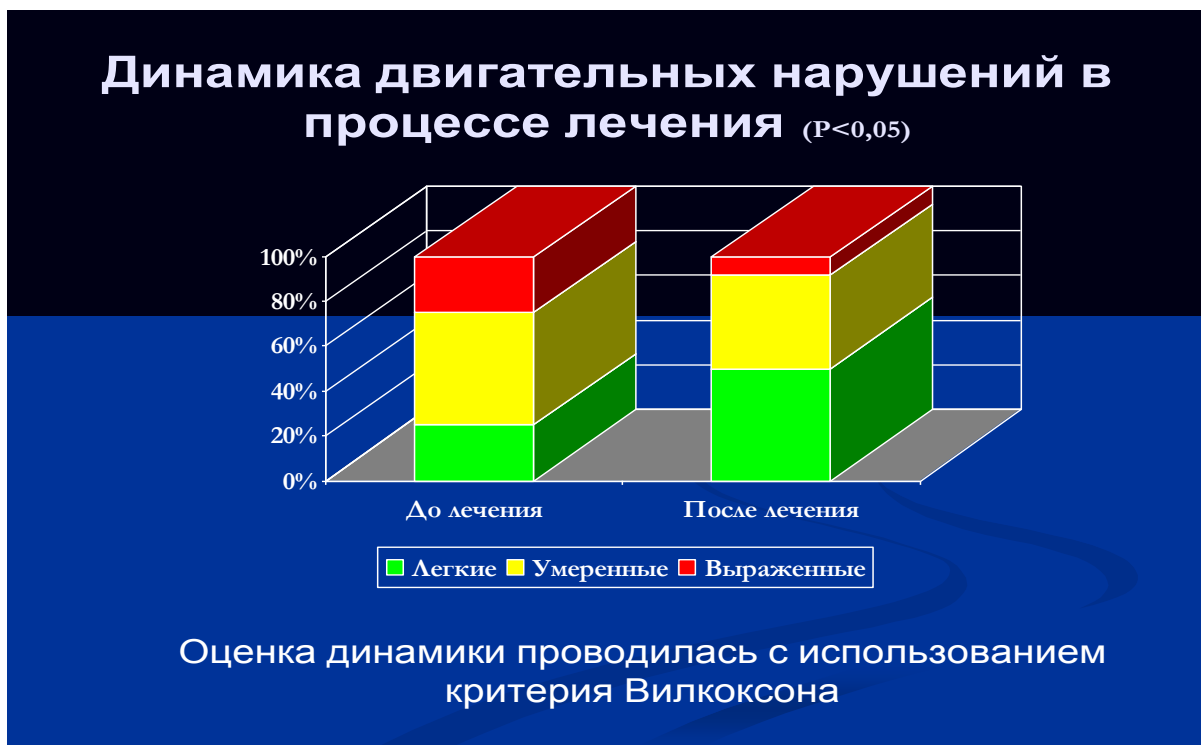


Рис. 2, а. Динамика двигательных нарушений в результате комплексной терапии на этапе ранней нейрореабилитации

Индекс активности повседневной жизни по шкале Бартел

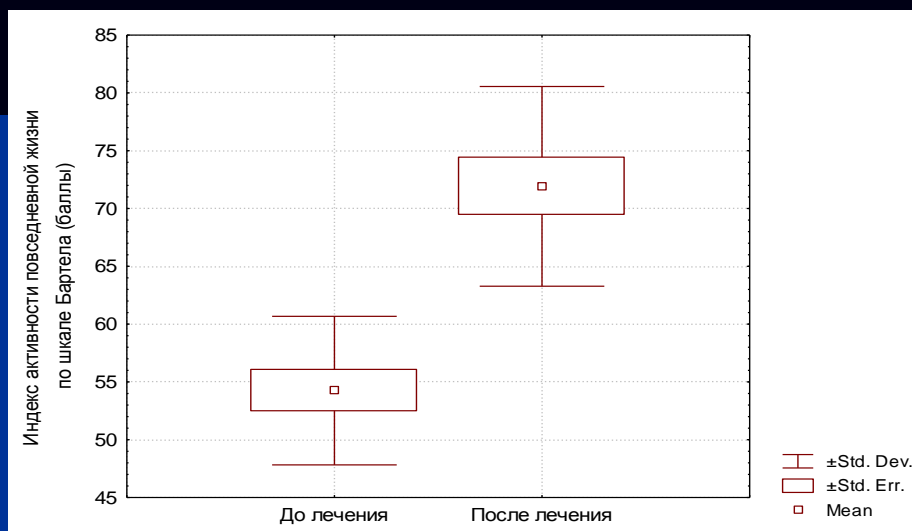


Рис. 2, б. Индекс активности повседневной жизнедеятельности

Список литературы

1. Пат. 2402757 РФ. Способ анализа состояния объекта / Н. А. Загустина, С. В. Гурин; заявл. 10.11.2009.

2. Загустина, Н.А. Метод КСИ-потенциалометрии – новый подход к оценке состояния биосистем / Н. А. Загустина, С. В. Гурин // IV международный научный конгресс «НЕЙРОБИОТЕЛЕКОМ-2010»: доклад; СПб 7–10 дек. 2010. – СПб., 2010. – С. 139–144.

3. Пат на полезную модель 111670 РФ. Устройство для получения информации об исследуемом объекте путем регистрации изменений потенциала жидких сред / Н. А. Загустина, С. В. Гурин; заявл. 20.05.2011.

4. Соколова, Ф. М. Адаптивная физическая реабилитация больных нейрохирургического профиля / Ф. М. Соколова, С. П. Евсеев, Н. Е. Иванова // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2008. – № 9 (43). – С. 85–88.

5. Машковская, Я. Н. Пути применения ранней реабилитации при многоэтапном эндоваскулярном лечении АВМ / Я. Н. Машковская, Ф. М. Соколова, Д. Б. Вчерашний // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2012. – №1 (5). – С. 128–129.

ЕМКОСТНАЯ КЛАВИАТУРА КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича*

E-mail: constantine3003@gmail.com

При разработке медицинского оборудования должны быть предусмотрены технические решения, позволяющие обеспечить простой доступ к нему всем пациентам, в том числе и с ограниченными возможностями [1].

В работе предлагается универсальное устройство управления (УУУ), к достоинствам которого относятся:

- простота управления;
- отсутствие необходимости физического давления на клавиши;
- универсальность.

УУУ реализовано на базе отладочной платы MSP-EXP430G2.

Основными особенностями платы являются:

- 1) наличие встроенного эмулятора;
- 2) возможность подключения к персональному компьютеру через USB интерфейс;
- 3) два пользовательских светодиода;
- 4) две кнопки;
- 5) возможность простого подключения различной периферии с помощью модулей расширения;
- 6) низкая стоимость.

В качестве периферии, позволяющей организовать емкостную клавиатуру, предлагается использовать плату 430BOOST-CAPTOUCH1, которая содержит: датчик приближения; пять сенсорных зон – четырехэлементное кольцо и центральная кнопка; емкостные сопротивления, позволяющие отслеживать прикосновения; девять светодиодов для индикации нажатия.

В качестве управляющего устройства используется 16-тиразрядный микроконтроллер MSP430G2452, разработанный специально для применения в устройствах со сверхнизким энергопотреблением.

Микроконтроллер имеет архитектуру фон Неймана, характерной особенностью которого является:

- 1) наличие встроенного таймера;
- 2) 16 I/O;
- 3) 8 кб flash;
- 4) 256 байт SRAM;
- 5) 2 АЦП;
- 6) встроенный датчик температуры кристалла;

7) компаратор с 8 входным мультиплексором;

8) поддержка SPI или I²C;

10) максимальная тактовая частота 16 МГц.

УУУ позволяет управлять такими устройствами, как, например, специализированная медицинская кровать. При этом возможно:

- изменение высоты и наклона кровати;

- перемещение встроенного столика;

- управление телевизором;

- изменение освещения;

- выбор режима кондиционирования и др.

Клавиатуру также можно использовать в качестве тревожной кнопки, для срочного вызова медицинского работника.

Система способна распознавать жесты, что позволяет значительно увеличить ее функциональные возможности.

Список литературы

1. ti.com – официальный сайт компании Texas Instruments.

Е. А. Лахтеева

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КРОУНОСКОПИИ В РАБОТЕ ВРАЧА

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

Современный человек живет в энергично развивающемся мире. Быстро меняется окружающая его среда со средствами коммуникации, оптимизации производственных процессов и реализации собственных замыслов. Осуществляющие эти изменения инновации позволяют облегчить выполнение разного рода задач (например, телемосты между операционными дают возможность обмениваться опытом и совершенствовать хирургическую науку, а компактные интернет-модемы делают информацию доступной в любой момент).

Но за столь многогранным и значительным информационным потоком забывается самое ценное – здоровье. Современный человек зачастую отодвигает на задний план свое физическое и психическое здоровье, что приводит к серьезному дисбалансу между потребностями и возможностями, а затем и к развитию заболеваний.

Невнимательное отношение к себе может быть связано со многими факторами, в том числе с высоким уровнем занятости, нежеланием тратить время на длительное медицинское обследование, а также со стоимостью исследований, которые, как правило, необходимы в большом объеме для получения полного представления о состоянии организма. Помочь врачу в

диагностике и сохранении здоровья может методика кроуноскопии.

Кроуноскопия основана на используемом уже с 30-х гг. XX в. «эффекте Кирлиан» и является инновационным подходом к оценке энергетического метаболизма тканей. Оценка параметров оптоэлектронной эмиссии с поверхности участка кожного покрова в высокочастотном электромагнитном поле, по мнению многих исследователей [1–3] позволяет зафиксировать изменения в функционировании тканей и органов на начальных этапах заболевания.

Исследование динамических характеристик открыло принципиально новые возможности для анализа параметров оптоэлектронной эмиссии.

Именно в динамике и проявляется истинная суть короноразрядного процесса, продуцируемая биологическим или физическим объектом [4].

Таким образом, кроуноскопия может представлять собой полезный и эффективный инструмент для врача в ранней диагностике патологических процессов и состояний.

Многие из методов, используемых на данный момент в медицине, позволяют оценить какие-либо физические, биохимические параметры организации живой ткани или структурные изменения определенной локализации (как правило, человек диагностирует какую-либо одну область, например УЗИ органов брюшной полости).

Получается, что если человек обследуется не в многопрофильном стационаре, где спектр диагностики весьма широк и доступен (но не всегда возможен по разнообразным экономическим, техническим и иным причинам), а в иных учреждениях и кабинетах медицинской помощи, он не всегда имеет возможность получения полной картины о состоянии своего здоровья. И здесь на помощь доктору и пациенту может прийти кроуноскопия.

Методика дает возможность получить информацию о функциональной активности систем органов и определенного органа. Отклонение от нормы функции группы клеток и ткани может явиться проявлением минимально измененной структуры, не заметной на раннем этапе ни заболевшему человеку, ни биохимическим или анатомическим методам диагностики. Отклонение от нормального, привычного уровня энергетического обмена в ткани, которое зафиксировывает кроунограмма, является первым «звонком» в цепочке патологического процесса. То есть врач, используя свои знания и подкрепляя свои находки диагностическими данными кроуноскопии, как можно раньше отмечает существующие нарушения функции и может принимать меры для профилактики или лечения каких-либо состояний.

Таким образом, кроуноскопия – это скрининговый метод для выявления изменения в состоянии здоровья на ранних этапах, что помогает эффективно подойти к приоритетным направлениям диагностики, профилактики и лечения.

Программно-аппаратный комплекс «Кроуноскоп» проходил исследования и апробацию во многих российских и зарубежных медицинских центрах.

Немаловажна и техническая сторона диагностики – кроуноскопия никак не влияет на внутреннюю среду человека, метод является неинвазивным, регистрирует информацию, не приводя изменений в физиологические показатели организма. Причем сама процедура исследования занимает менее двух минут, что вполне возможно в условиях большого потока пациентов и ограниченного времени на прием каждого из них.

Кроуноскопия отвечает современным требованиям диагностики с материальной точки зрения: оптимальные затраты времени на исследование и стоимость самого прибора, а также нет постоянных расходных материалов и не требуется специальная профподготовка человека, проводящего диагностику. Медицинские знания специалиста любого направления позволят интегративно подойти к оценке полученных результатов и понять локализацию области функциональной недостаточности, а также взаимосвязь между патологическими очагами.

Один из важнейших вопросов медицины – это взаимодействие доктора и пациента. Ни один самый точный метод обследования не заменит чуткого взора и эффективного влияния врача, ведь его задача – формировать интерес пациента к своему здоровью. Программное обеспечение для кроуноскопии может помочь в формировании преемственности в лечении, так как она построена таким образом, что получаемые результаты врачу оценивать несложно, а пациенту они предоставляются в приятной графической или числовой форме. Вся информация об обследуемом остается в базе данных программы, что позволяет проводить оценку состояния в динамике, имея возможность возвращаться к полученным ранее результатам. Это нравится пациентам, так как от визита к визиту в кабинет доктора они видят кроунограммах эффект от применяемых методик лечения. При желании всю дополнительную информацию об анамнезе пациента, особенностях его состояния, о приеме лекарственных препаратов можно вносить в его карточку исследования. Подобную форму учета данных можно сравнить с электронной историей болезни, которая является активно используемым в медицине нововведением.

Кроуноскопия дает возможность оценивать адаптивные резервы организма, что незаменимо в работе врача спортивной медицины. Например, проводилось исследование на 100 испытуемых по адаптации организма к условиям транзиторной гипоксии, которое выявило, что состояние адаптивных механизмов напрямую связано с характером физиологических дисфункций, их количеством и степенью выраженности [5, 6]. Таким образом, подобные измерения позволяют врачу оценивать возможности пациента или спортсмена в привычных и искусственно созданных стрессовых ситуациях для оценки его внутренних резервов. А это, в свою очередь, помогает в прогнозировании состояния человека.

Методику кроуноскопии можно использовать в разнообразных аспектах медицинской деятельности, включая также проведение научных иссле-

дований. Впереди новые эксперименты и новые открытия в возможностях метода. И все это направлено на помощь врачу в достижении его благой цели оздоровления человека.

Список литературы

1. *Свиридов, Л. П.* Диагностика этиологии аллергии с применением газоразрядной визуализации / Л. П. Свиридова [и др.] // Наука. Информация. Сознание : Материалы 9-го междунар. конгресса, г. Санкт-Петербург, 2–4 июля 2005 г. – СПб. : СПБИТМО, 2005. – С. 120–123.

2. *Mandel, P.* Energy Emission Analysis; New application of Kirlian Photography for Holistic Medicine / P. Mandel –W.Germany : Synthesis Publishing Co., 1986.

3. *Гагуа, П. О.* Исследование применения метода ГРВ биоэлектрографии в онкологии / П. О. Гагуа [и др.] // Приборостроение. – 2006. – Спец. выпуск, Т. 49 (2). – С. 47–51.

4. *Крыжановский, Э. В.* Основы кроуноскопии. Анализ энергетических и адаптационных резервов организма / Э. В. Крыжановский. – СПб. : Политехника, 2008. – С. 69–70.

5. *Крыжановский, Э. В.* Применение методики биологической обратной связи, основанной на регистрации свечения кожного покрова в электромагнитном поле высокого напряжения для изменения психофизиологического состояния человека / Э. В. Крыжановский, К. Б. Турсунов, А. Г. Григорян, Д. А. Дроздов // Медицинская Физика. – № 3 (43). – 2009. – С. 56–63.

6. *Крыжановский, Э. В.* Применение методики биологической обратной связи, основанной на регистрации свечения кожного покрова в электромагнитном поле высокого напряжения, для коррекции психофизиологического состояния человека / Э. В. Крыжановский, К. Б. Турсунова // Психическое здоровье. – 2009. – № 11. – С. 68–70.

Слесарев В. И., Данилов А. Д.

ВОДА И ЯВЛЕНИЕ «АКВАКОММУНИКАЦИЯ» – ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОСНОВА АКВАПАРАДИГМЫ МЕДИЦИНЫ

«Аквацентр» ЗАО «Санкт-Петербургу–чистая вода»

ВОДА – бесценный дар Природы нашей Земле. Именно Вода – источник и основа живого. Организм человека при рождении содержит 80%, а в глубокой старости 50% воды. А молярная концентрация воды в организме ≈ 96...98% от зачатия до смерти. Связь между водой и жизнью четко подметил и образно сформулировал великий Леонардо да Винчи: «От воды все в мире живо, жизнь – это одушевленная вода».

Загадки молекулы воды, связанные с ее строением, были окончательно

раскрыты в XX в. с помощью инструментальных и теоретических методов микромира. В то же время вода как вещество и в твердом, и в жидком, и в парообразном состоянии – сплошная цепь тайн и загадок, многие из которых не раскрыты до сих пор, что делает ее самым удивительным веществом на Земле.

Вещество ВОДА – открытая, термодинамически неравновесная, структурно-разнородная, автоколебательная, нелинейная, многопараметрическая **супрамолекулярная аквасистема**, надмолекулярный континуум которой обеспечен единой динамичной сеткой водородных связей. При этом природа водородной связи двойственна – электростатическая и ковалентная. Поэтому воде характерен **многогранный дуализм**. Прежде всего, надо различать «объемную», т. е. «свободную», воду и «приграничную», т. е. «связанную».

В чистой «объемной» воде двойственность Н-связей сбалансирована, что делает ее структурно-разнообразной. Структура «приграничной» воды определяется природой границы. Гидрофильная граница способствует образованию «гидратной» структуры «приграничной воды», в Н-сетке которой преобладает электростатическое взаимодействие. Вблизи гидрофобной границы «приграничная» вода имеет «акваклатратную» структуру, в Н-сетке которой преобладает ковалентное взаимодействие. В клетке большое множество мембран–границ, природа которых разнообразна и поэтому внутриклеточная вода – вся связанная («приграничная»), имеющая и «гидратную» и «акваклатратную» структуру. Соотношение этих структур зависит не только от вида клетки ее мембран и фрагментов, но и от ее состояния.

Другая двойственность воды связана с тем, что она – вещество, имеющее **собственные акусто-электромагнитные излучения**. Параметры этих излучений определяются структурой и динамизмом аквафрагментов ее Н-сетки. Причем структура этой сетки чувствительна к внутренним и внешним слабым и очень слабым физическим полям и режимам ее движения. Под этими воздействиями в воде формируются соответствующие **аквамодел**и, структура которых соответствует воспринятым воздействиям. Аквамодел

имеют собственные акусто-электромагнитные излучения, с помощью которых они воспроизводятся в водной системе, т. е. сохраняются. В то же время под действием теплового движения и других внешних воздействий они могут разрушаться.

Это явление было названо **аквакоммуникацией**, был получен диплом на научное открытие. Благодаря аквакоммуникации вода способна изменять **уровень организованности** своей Н-сетки, что может приводить к безреагентному изменению химических и физико-химических свойств, биологических и физиологических функций воды, как *in vitro*, так и *in vivo*. В соответствии с геометрией молекулы воды уровень организованности ее Н-сетки стремится к золотой пропорции (1.618...).

Аквапарадигма медицины рассматривает процессы и лечения, и заболевания с позиции восстановления или нарушения оптимального соотношения уровня организованности ($i = I/S \rightarrow 1.618\dots$) аквасистем тканей, органов и организма в целом, где I и S – информация и энтропия как статистические характеристики организованности и хаотичности системы, соответственно. Благодаря аквакоммуникации лекарственная терапия, физиотерапия и другие методы лечебного воздействия воспринимают, прежде всего аквасистемы организма. Изменения состояния аквасистем организма вызывают соответствующие изменения в клетках, тканях и органах и приводят их либо в нормальное, либо в патологическое состояние. Согласно предлагаемой аквапарадигме медицина лечит прежде всего аквасистемы организма.

Концепция аквапарадигмы возможно позволит медицине стать наукой, а не искусством.

*А. Г. Алексеев, Ю. А. Герасимов, Т. Г. Безъязыкова,
М. С. Басс, И. В. Шамьюнова*

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ СТРЕССЕ И ИХ КОРРЕКЦИЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

В последнее десятилетие получили развитие работы, связанные с изучением механизмов биологического и лечебного действия магнитных полей и их применение. Многие результаты этих исследований приведены в книге «Медицинская магнитология и нанотехнологии» [1].

Таковыми же исследованиями занимаются в США и корпорация IBM в опубликовала свои исследования по магнитно-резонансной визуализации наночастиц, размер которых составляет 10^{-12} м. (Это масштаб в области 10–100 атомных размеров). Американские ученые измерили магнитный сигнал от единичного неспаренного электрона – свободного радикала и установили, что воздействие магнитного поля магнитно-резонансной установки на неспаренный электрон вызывает переворот спина электрона, что приводит к изменению частоты собственных колебаний его электромагнитного поля [2].

В работе [3] такие превращения назвали магнито-чувствительностью электронных процессов при химических и биохимических реакциях. Такая формулировка основана на том, что каждый фрагмент при радикальном распаде молекулы в процессе биохимических реакций также обладает неспаренным электроном – свободным радикалом, со свойствами парамагнетика и имеющий несколько спиновых состояний. Свободные радикалы в организме человека реагируют быстро и беспорядочно с любыми клеточными структурами, которые встречаются на их пути, результатом чего становятся разнообразные повреждения в организме.

Основными источниками появления в организме свободных радикалов являются стресс и воспалительные процессы – главные разрушители здоровья.

Согласно Гансу Селье стресс – это специфический набор физиологических реакций (адапционный стресс-ответ), которые являются по существу одними и теми же независимо от характера (природы) стрессогенного фактора. Иначе говоря, подвергается ли организм действию жары, холода, травм, болезням, переутомлению, испугу, отравлению или человек приведен в бешенство, тело реагирует, давая по существу, один и тот же стресс-ответ, пробуя приспособиться к ситуации. Чрезмерный или разбалансированный стресс-ответ способен самостоятельно вызвать серьезные повреждения в организме, сопровождаемые появлением огромного числа разрушающих здоровье свободных радикалов, приводящих к болезням и ускоряя старение.

Возможны два пути уменьшения числа свободных радикалов в организме – биохимический (лекарственный) и воздействием магнитного поля [4].

Первый путь – биохимическая лекарственная коррекция последствий стресса – не может обеспечить быструю, оперативную коррекцию стресса. Идея о том, что здоровье и сама жизнь как тонкое равновесие, зависят от эффективной адаптации к различным угрожающим силам, не нова. Гиппократ, основоположник современной медицины, полагал, что здоровье зависит от баланса между разрушающими и адаптивными силами. Эту концепцию развил Томас Сидекхэм, утверждавший, что адаптивный ответ на дисгармонии, вызванные разрушающими силами, может самостоятельно служить причиной болезни.

Второй путь – воздействие магнитного поля. К настоящему времени уже накоплен обширный, достаточно убедительный экспериментальный и клинический материал о том, что определенные виды и параметры магнитных полей оказывают противовоспалительное, противоотечное, спазмолитическое воздействие, активно влияют на обмен веществ и репаративную регенерацию тканей. Использование биотропных и силовых свойств магнитного поля в медицине способствовало созданию принципиально новых методов, с помощью которых можно повышать или угнетать функцию нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой кровеносной и других систем; успешно лечить воспалительные процессы, травматические повреждения тканей, многие острые и хронические заболевания. Наиболее чувствительны к воздействию магнитного поля свободнорадикальные реакции окисления липидов, реакции с переносом электронов в цитохромной системе. Лечебное действие магнитного поля связано с ускорением биохимических реакций и с уменьшением числа свободных радикалов в организме, которое происходит гораздо быстрее, чем при биохимической коррекции, и без побочных эффектов.

Одной из самых эффективных работ по второму направлению была разработка эластичных магнитотерапевтических бужей, предназначенных для местного лечебного воздействия на полые органы пациента постоянным магнитным полем. В результате проведенных исследований были раз-

работаны эластичные магнитотерапевтические бужи двух типоразмеров БМЭ-1 и БМЭ-2. Буж – это композиционный материал на основе полимерного связующего и порошкообразного магнитного наполнителя, который отформован в специальных пресс-формах и определенным образом намагничен. Намагничивание происходит по всей длине бужа радиально-четырёхполюсной N-S-N-S системой. Лечебный эффект бужей основан на уменьшении числа свободных радикалов в очаге поражения, неспецифичен, проявляется при любой локализации воздействия, отличается системностью, проявляясь не только локально, но и в отдаленных от места воздействия магнитного поля, органах и частях тела. Разнообразными исследованиями было показано, что постоянное магнитное поле эластичных магнитотерапевтических бужей оказывает воздействие на ткани, части тела и органы, улучшая их кровоснабжение, оказывая противовоспалительное, болеутоляющее, спазмолитическое и нейротропное действия.

На разработанные эластичные магнитотерапевтические бужи получено положительное решение «РОСПАТЕНТ» на выдачу патента на полезную модель; разработаны и утверждены технические условия. Для внедрения и организации промышленного производства выделено ОАО «ТАНТАЛ» г. Саратов.

Список литературы

1. Демецкий, А. М. Медицинская магнитология и нанотехнологии / А. М. Демецкий, А. Г. Алексеев и др. – СПб. : АССПИН, 2004. – 239 с.
2. Сб. ИВМ № 5. – 94158-064-9.
3. Алексеев, А. Г. Магнитные эластомеры / А. Г. Алексеев, А. Е. Корнев. – М. : Химия, 1987. – 240 с.
4. Тодоров, И. Н. Стресс, старение и их биологическая коррекция / И. Н. Тодоров, Г. И. Тодоров; пер. с англ. – М. : Наука, 2003. – 479 с.
5. Роджер, К. Магнитотерапия для всех / К. Роджер; пер. с англ. – М. : ЗАО «РОСМЭН-ПРЕСС», 2006. – 128 с.

А. Д. Сотников¹, О. Д. Дмитриенко²

ОСОБЕННОСТИ ПРИНЯТИЯ МЕДИЦИНСКИХ РЕШЕНИЙ

¹ Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

² НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе

E-mail: adsotnikov@mail.ru, dmitrienko@emergency.spb.ru

Введение

На протяжении восьми сезонов миллионы телезрителей затаив дыхание приникали к экранам телевизоров, с неподдельным интересом следя за

тем, как доктор Хаус, герой одноименного медицинского детектива, решает головоломные диагностические задачи. Решает блистательно, используя богатейший арсенал диагностических методов и аппаратуры, опираясь на огромный личный опыт, принимая в расчет, а чаще просто сверяясь с мнением коллег. В итоге, его диагностические решения всегда правильны, а методики лечения почти всегда не только результативны, но высокоэффективны. Хочется проанализировать механизм принятия таких решений, понять за счет чего минимизируется вероятность пресловутой «врачебной ошибки». Можно ли сказать, что это индивидуальная и неповторимая гениальность выдающихся диагностов, чьих имен многовековая история медицины оставила нам немало. Среди них В. М. Бехтерев (1857–1927), Ф. Г. Яновский (1860–1928), Л. Войно-Ясенецкий (1877–1961), Христофор Гуфеланд 1762, Цинь Юежень (Вянь Цао 475–221 гг. до н. э.), и многие другие, не имевшие лабораторных и диагностических инструментов как врачи университетской клиники Шарите (Charité Universitätsmedizin, Berlin), военно-морского госпиталя Бетесда (Bethesda Naval Hospital) или больницы Принстон-Плейнсборо (Princeton-Plainsboro) – вымышленной клинической больницы в городе Принстоне, штат Нью-Джерси, где работает доктор Хаус.

Или все-таки можно понять общие принципы, конкретные механизмы, инструменты и возможные ограничения этого вида деятельности – принятия «медицинских» решений? А если понять, то распространить их и сделать повседневной практикой «рядового» врача? Ведь, по сути, медицинские экспертные системы, системы «искусственного интеллекта», системы поддержки принятия решений пытаются выполнить аналогичную задачу – сделать общедоступным уникальный опыт лучших специалистов.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Проанализировать и определить структурные элементы процессов информационного взаимодействия на этапах диагностического исследования и принятия «медицинского» решения.

2. ДОМЕННАЯ МОДЕЛЬ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

Теоретической основой для анализа может послужить «доменная модель инфокоммуникаций» [1], структурирующая и формально описывающая процессы взаимодействия участников. Эта абстрактная модель рассматривает окружающий мир как совокупность трех сопряженных, доменов («физического», «информационного» и «когнитивного»), относительно автономных, но взаимодействующих между собой. Такая модель оказывается применима для описания практически любых видов деятельности, где происходят процессы принятия решений, и может быть выделен контур управления, замыкающий все три домена. Модель применима в производственных и бизнес-системах, военных, социальных, а также медицинских.

Основные понятия

Определим основные понятия, которые будут использоваться в дальнейшем. Информационная система имеет дело с «информационными объектами» – информационными представлениями $\{\langle A \rangle, \langle B \rangle, \dots\}$ сущностей $\{A, B, \dots\}$.

Система А обладает тезаурусом ξ^A – упорядоченным множеством различных состояний системы, каждый элемент которого может иметь свое собственное представление. Образ (информационное представление) системы $\langle A \rangle^{\xi^A}$ – некоторая совокупность представлений элементов тезауруса ξ^A системы А.

Информация передана, когда изменился сигнал, передающий образ из многообразия тезауруса системы-источника А в многообразии тезауруса системы-получателя В

$$\langle A \rangle^{\xi^A} \xrightarrow{\text{Сигнал}} \langle \langle A \rangle^{\xi^A} \rangle^{\xi^B}$$

Информация воспринята, когда возник новый образ источника в многообразии тезауруса получателя

$$\langle A \rangle^{\xi^A} \xrightarrow{Q_1} \langle C \rangle^{\xi^C} \xrightarrow{Q_2} \langle \langle \langle A \rangle^{\xi^A} \rangle^{\xi^C} \rangle^{\xi^B}$$

Информационный обмен – передача и прием сигналов приводящих к взаимному изменению (восприятие) образов $\langle A \rangle^{\xi^B}$ и $\langle B \rangle^{\xi^A}$ участников обмена. Это может быть связано с изменением (расширением) тезаурусов ξ^B и ξ^A участников.

Информационное воздействие – воздействие «источника» А на состояние «получателя» В, выражающееся в изменении состояния $\langle B \rangle$, различного в многообразии элементов тезауруса «источника» $\langle B \rangle^{\xi^A}$.

Поскольку тезаурусы «источника» ξ^A и «получателя» ξ^B различны, исходный образ (различимое состояние) в собственном тезаурусе и образ $\langle B \rangle^{\xi^A}$ в тезаурусе «источника» (выступающего наблюдателем) также различаются. Это один из источников ошибок, или точнее, погрешности представления образа объекта в тезаурусе «наблюдателя».

Информационное взаимодействие – совместное (взаимное) изменение образов собственных систем $\langle A \rangle^{\xi^A}$ и $\langle B \rangle^{\xi^B}$, приводящее к изменению образов $\langle A \rangle^{\xi^B}$ и $\langle B \rangle^{\xi^A}$ у других участников. Взаимодействие осуществляется двумя или большим числом участников.

В краткой формальной записи доменная модель инфокоммуникаций описывает элементарный процесс информационного взаимодействия двух систем следующим образом:

$$\langle \langle A_n \rangle^{\xi^{A_n}} \rangle^{\xi^{C^m}} \xrightarrow{Q_{22}^{\xi^{C^m} C^k}} \langle \langle A_n \rangle^{\xi^{A_n}} \rangle^{\xi^{C^k}}$$

а нескольких систем

$$\left[\left\langle \left[\langle A_n \rangle^{\xi^{A_n}} \right]_{n=1, \dots, N} \right\rangle^{\xi^{C^m}} \xrightleftharpoons[Q_{22}]{Q_{22}^{\xi^{C^m} \xi^{C^k}}} \left[\left\langle \left[\langle A_n \rangle^{\xi^{A_n}} \right]_{n=1, \dots, N} \right\rangle^{\xi^{C^k}} \right]_{\substack{k=1, \dots, K \\ m=1, \dots, M}}$$

Применительно к врачебной диагностической деятельности следует уточнить, что объектом-источником (А) является пациент, а его тезаурус (ξ^A) трансформируется во множество состояний диагностических признаков (ξ^B), которые могут быть различимы диагностическим инструментом (или органами чувств врача-диагноста, если он не пользуется инструментальными средствами).

Следует отметить, что «различимость» элементов тезауруса ξ^B существенно зависит от инструментария, физических принципов его функционирования и многих иных факторов. Так, например, температуру пациента можно грубо оценить по шкале «понижено»/«нормально»/«повышено», пощупав его тело, но любой термометр обеспечит различение состояний (градаций температуры) с точностью не ниже $0,1^\circ\text{C}$. При этом диагностически значимым будет диапазон от 30°C до 45°C , т. е. размер тезауруса ξ^B возрастет в 50 раз, с 3 элементов до 150. Еще более существенное изменения тезаурусов систем происходит при использовании диагностического оборудования основанного на принципах визуализации (рентгенографические, ультразвуковые, томографические системы).

Дифференциация – это процесс типичный для развития медицины. Для неспециалиста будет неожиданным даже перечисление тех вариантов пульса, которые могут быть выделены при несложных, безприборных исследованиях: – большой пульс (полный и твердый), малый (пустой и мягкий), аритмичный, альтернирующий, парадоксальный, дикротический, бигеминальный. Китайскую медицину вообще оставляем в стороне.

Таким образом, использование современного цифрового оборудования, обеспечивающего количественные измерения диагностических параметров и визуализацию данных, приводит к качественному изменению состава и объема *информационных представлений объектов*, с которыми приходится взаимодействовать врачу. Кроме того, смысловая нагрузка элементов тезауруса заметно меняется. Так, традиционные диагностические признаки «живот мягкий, безболезненный» или «пульс слабый, нитевидный» являются интегральными признаками, позволяющими существенно продвинуться в процессе оценки состояния пациента и диагностики причин этого состояния. Однако они не дифференцируют причину, в то время как современные инструментальные средства дают большой объем достаточно точных количественных оценок, объединять которые в общую картину приходится непосредственно диагносту. Можно сказать, что современному врачу приходится собирать «пазл» из многих десятков элементов со специфической конфигурацией, тогда как его предшественники складывали «картинку» из нескольких крупных элементов, допускающих грубую подгонку. Подобная ситуация вполне естественна, поскольку усложнение и детализация описания объекта с неизбежностью требует усложнения системы связей и взаимодействий, что в свою очередь выражается в усложнении структурных отношений между элементами в информационном представлении объекта.

Рассмотрим более подробно процессы, происходящие на границе информационного и когнитивного доменов [1, 2]. Здесь имеет место последовательность «ощущение» – «восприятие» – «осмысление». За ними, уже непосредственно в когнитивном домене, следует процедура «принятия решения», после чего происходит формирование «команды» (на границе когнитивного и информационного доменов), которая инициирует «действие» в физическом домене.

Ощущение – сенситивный процесс, обеспечивающий регистрацию поступающих данных органами чувств. В диагностической практике пальпация, аускультация и им подобные исследования наиболее ярко представляют этот этап. При этом ощущения диагноста наиболее естественным образом (без дополнительной интеллектуальной обработки) воспринимаются исследователем. В приборном исследовании информационные представления исследуемых процессов требуют дополнительных усилий по их восприятию.

Формула:

$$\langle A \rangle^{\xi^A} \xrightarrow{Q_1} \langle C \rangle^{\xi^C} \xrightarrow{Q_2} \left\langle \left\langle \langle A \rangle^{\xi^A} \right\rangle^{\xi^C} \right\rangle^{\xi^B}$$

описывает процесс восприятия, где $\langle C \rangle^{\xi^C}$ – множество состояний сигнала (данные приборных исследований) в тезаурусе ξ^C , которые должны быть дополнительно трансформированы в тезаурус исследователя ξ^B – множество его тезауруса, которое может не совпадать (а точнее говоря – не совпадает) с множеством представлений сигнала ($\xi^C \neq \xi^B$).

Восприятие – когнитивный процесс, имеющий целью нахождение соответствия между элементами тезауруса сигнала ξ^C и тезауруса исследователя ξ^B . Возможно три исхода этой операции: нахождение полного соответствия, – обнаружение частичного соответствия, отсутствие соответствия. В результате возможно расширение тезауруса исследователя за счет включения в него нового элемента, отсутствующего ранее (третий исход).

Осмысление – когнитивный процесс, позволяющий установить логические соответствия между имеющимися и вновь (впервые) воспринятыми элементами тезауруса исследователя.

Только после корректного завершения всех трех перечисленных этапов *становится возможной* операция принятия «осмысленного» решения, причем ее возможность ни в коей мере не гарантирует само решение и тем более его правильность (в смысле решения диагностической задачи) и уж тем более не обеспечивает его эффективность. Иными словами, три перечисленных процедуры являются необходимыми, но не достаточными условиями. Представляется достаточно очевидным, что выполнение названных операций требует использования ресурсов (физических, когнитивных, и, вероятно, психологических), что увеличивает нагрузку на исследователя по сравнению с сенситивными методами. Кроме того, также очевидно, что названные операции, особенно *восприятие* и *осмысление*, требующие выполнения поиска совпадений и установления новых связей являются источниками ошибок и погрешностей.

Следующий этап – собственно принятие решения – является чрезвычайно сложным, слабо изученным процессом, относительно которого можно сделать лишь самые общие предположения, поскольку он находится на пересечении биологических, информационных, психологических, и возможно иных наук. При этом принятие решений опирается на определенные «модели ментальной деятельности» [5], среди которых выделяют три основных: «локально-индивидуальную», «платформенно-ориентированную», «сетевую». Не рассматривая их подробно, отметим, что исторически традиционная медицина тяготела к первой – «локально-индивидуальной» модели, но сегодня происходит заметное смещение к «платформенно-ориентированной» и даже «сетевой».

Заключение

Проведенный анализ информационных процессов в принятии медицинских решений позволяет сделать вывод о том, что улучшение качества

принимаемых медицинских решений зависит сегодня не только от объема и качества и глубины исследований, но и от готовности врача работать в условиях новой, непривычной для медицинского сообщества, ситуации требующей от врача новых, сознательно формируемых и развиваемых качеств работы в информационно насыщенной среде и умения выполнять новые информационно-когнитивные задачи.

Список литературы

1. Сотников, А. Д. Инфокоммуникации: информационное взаимодействие и модели телемедицинских систем / А. Д. Сотников. – СПб. : СУДОСТРОЕНИЕ, 2008. – 150 с.
2. Сотников, А. Д. Инфокоммуникационные системы и их модели для здравоохранения / А. Д. Сотников // Информационно-управляющие системы. – 2008. – № 3.
3. Сотников, А. Д. Структурно-функциональная организация услуг телемедицины в прикладных инфокоммуникационных системах / А. Д. Сотников. – СПб. : СУДОСТРОЕНИЕ, 2007. – 200 с.
4. Сотников, А. Д. Модели телемедицинских систем и организация телемедицинских услуг / А. Д. Сотников // Труды VIII международной конференции «Региональная информатика-2002». – СПб. : СПОИСУ, Общество информатики и систем управления, 2003. – С. 364–369.
5. Сотников, А. Д. Конкурентные преимущества предприятий в информационной экономике / А. Д. Сотников, М. Ю. Арзуманян // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2010. – № 4 (102). – С. 100–105.

А. Б. Яворский

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ С ДЦП ДО И ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИОННО- РАЗГРУЖАЮЩЕЙ ПОЛИСЕНСОРНОЙ КОРРЕКЦИИ

Научно-медицинский центр «Софиатрия», г. Москва

У больных с надсегментарным поражением ЦНС в результате детского церебрального паралича /ДЦП/ из-за патологических изменений в центральной нервной системе нарушается регуляция биоэлектрической активности мышц, в частности мышц нижних конечностей. Это приводит к контракции и отсутствию реципрокных взаимоотношений между мышцами-сгибателями и разгибателями, что способствует нарушению произвольных движений в суставах конечностей.

Детям и подросткам со спастической (12 человек), гемипаретической (3), гиперкинетической (5) и атонически-астатической (2) формами ДЦП (всего 22), которым осуществлялась реабилитация методом динамической

компрессионно-разгружающей полисенсорной коррекции с использованием пневмокостюма «Атлант», до и после лечения выполнялась фазовая («привязанная» к циклу шага) электромиография мышц нижних конечностей при ходьбе и накожная электромиография *mm. tibialis anterior et gastrocnemius* при двухканальном отведении во время выполнения активного сгибания и разгибания в голеностопном суставе с левой и правой сторон. Оценивались индексы реципрокности биоэлектрической активности /БА/ этих мышц при выполнении разгибания и сгибания в голеностопном суставе.

Фазовая электромиография при ходьбе больных показала в результате лечения уменьшение исходно имевшей место коконтракции мышц-антагонистов, улучшение их реципрокного взаимодействия при ходьбе у 100% больных со спастической и гемипаретической формами. В случае гиперкинетической и атонически-астатической форм ДЦП исходные реципрокные взаимоотношения мышечных групп были на достаточно высоком уровне, применение данного метода лечения не внесло существенных изменений. Накожная электромиография демонстрировала увеличение амплитуды биоэлектрической активности в мышцах нижних конечностей (*mm. tibialis ant. et gastrocnemius lat.*) при выполнении активного разгибания и сгибания в голеностопном суставе у 90% больных и уменьшение коконтракции, улучшение реципрокных взаимоотношений при выполнении этих движений в 100% случаев. Улучшение наблюдалось у больных со всеми формами заболевания и, что особенно важно, у больных со спастической и гемипаретической формами, при которых исходно наблюдалась выраженная коконтракция в мышцах сгибателей и разгибателей при активном движении в голеностопном суставе. Таким образом, наиболее значительные положительные изменения у больных с нейроортопедической патологией в результате ДЦП, связаны с уменьшением спастичности мышц нижних конечностей. Это согласуется с данными биомеханического исследования походки и стабилографического анализа вертикальной позы. Полученные результаты электромиографического исследования свидетельствуют об избирательной лечебной эффективности данного метода, дающего положительную динамику у больных со спастической и гемипаретической формами ДЦП.

А. Б. Яворский

ОСОБЕННОСТИ ПОЗЫ И ЛОКОМОЦИИ У БОЛЬНЫХ С ДЦП ДО И ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИОННО-РАЗГРУЖАЮЩЕЙ ПОЛИСЕНСОРНОЙ КОРРЕКЦИИ

Научно-медицинский центр «Софияatria», г. Москва

Поддержание позы и локомоция, такие как прямохождение и прямохождение, у человека является следствием его двигательного обучения в процес-

се онтогенеза. В случае надсегментарной патологии, например при ДЦП, эти функции нарушаются, однако они могут быть восстановлены при использовании различных уже известных методов лечения, а также – новых.

Нами было обследовано 22 ребенка и подростка со спастической (12 человек), гемипаретической (3), гиперкинетической (5) и атонически-астатической (2) формами ДЦП, которым выполнялась реабилитация методом динамической компрессионно-разгружающей полисенсорной коррекции с использованием пневмокостюма «Атлант». До и после лечения выполнялись биомеханическое исследование ходьбы на компьютерном биомеханическом комплексе «МБН-Биомеханика» и стабиллографическое исследование в пробе Ромберга на компьютерном стабиллографе ОКБ «Ритм».

После курса лечения в 100% случаев у больных со спастической и гемипаретической формами наблюдались улучшения по тем или иным биомеханическим показателям. Биомеханический анализ походки показал, что у всех больных нормализуются характеристики шага: уменьшается время цикла шага (на 10–15%), доля двуопорных периодов (до 28%), возрастает доля периода одиночной опоры на пораженной (пораженных) сторонах (на 15–20%), периода переноса с противоположной стороны. Это свидетельствует об улучшении двигательных координаторных возможностей больных и опороспособности пораженных конечностей. Лучшие результаты получены у больных со спастической и гемипаретической формами ДЦП.

Изменение вертикальной устойчивости в пробе Ромберга в сторону ее улучшения наблюдалось у 50% больных, а роль зрительного контроля – у 45% детей и подростков. Площадь статокинезиограммы (проекция перемещения ЦТТ на горизонтальную плоскость), отражающая устойчивость при поддержании вертикальной позы со зрительным контролем достоверно не изменяется ни в одной из групп больных после лечения. Меньший процент улучшения показателей вертикальной позы, по сравнению с положительной динамикой движений, связан, по-видимому, с расслабляющим действием пневмокостюма. При анализе средних значений скорости перемещения центра тяжести тела при стоянии с открытыми и закрытыми глазами и площади статокинезиограммы у больных всеми формами ДЦП характерно незначительное положительное изменение вертикальной устойчивости, либо даже ее снижение (у больных с гиперкинетической формой). Так, площадь статокинезиограммы у больных с гиперкинетической формой при стоянии без зрительного контроля возрастает с 12000 кв. мм до 14000 кв. мм, при атонически-астатической – с 1500 до 2000 кв. мм в то время как при других формах заболевания она не изменяется.

Таким образом, на основе анализа походки и вертикальной устойчивости, можно сказать, что наиболее существенные изменения показателей позы и движений у больных, прошедших курс лечения, касаются локомоции, в то время как характеристики вертикальной позы у таких пациентов не изменяются.

При сравнении групп пациентов между собой, более положительные изменения наблюдаются у больных со спастической и гемипаретической формами ДЦП, что связано с компрессионно-расслабляющим эффектом костюма, снижающего спастичность мышц. В 90-х годах нами разрабатывалась и была применена к лечению больных с нейро-ортопедическими нарушениями концепция двигательного и позного стереотипа. Основным механизмом действия нового метода заключается в разрушении патологического позного и двигательного стереотипов и формировании нового правильного, благодаря его разгрузочному действию. У больных со спастической диплегией и гемипаретической формами ДЦП это особенно важно, поскольку у них имеет место спастичность мышц с двух или одной стороны, которая приводит к нарушению взаиморасположения сегментов опорно-двигательного аппарата, обратной афферентации от проприоцепторов, что еще больше усиливает исходные нарушения. У таких больных существует так называемый патофизиологический порочный круг. Разгрузка опорно-двигательного аппарата и нервно-мышечной системы, приводит к формированию правильного позного и двигательного стереотипов за счет многих моментов: снятия искаженной обратной афферентации, ее нормализации и поступления в центральные отделы двигательного-кинестетического анализатора, за счет получения адекватной зрительной, вестибулярной, тактильной и слуховой афферентаций.

Учитывая сказанное, целесообразно проведение этапного курсового лечения данным методом с целью поддержания нового правильного выработанного позного и двигательного стереотипов, применять данное лечение у больных со спастической и гемипаретической формами, составляющими 82% среди других форм. Для лечения гиперкинетической и атонически-астатической форм эффективно применение динамической проприоцептивной коррекции с костюмом «Пингвин», «Адели» и последующих вариантов, что было показано нами ранее.

Д. К. Матияшук, С. Н. Матияшук, А. Б. Степанов

**ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ
СИСТЕМЫ ДАТЧИКОВ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЕРА MSP430
И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УСТАНОВКИ
В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича*

E-mail: maincell@mail.ru

Целью данной работы является описание устройства и возможностей разработанной авторами интеллектуальной системы датчиков, направлен-

ной на улучшение условий пребывания пациентов в медицинских учреждениях.

Предлагаемая система обеспечивает:

- 1) беспроводное соединение всех элементов;
- 2) независимое электроснабжение всех датчиков;
- 3) интеллектуальность системы обработки данных;
- 4.) многообразие датчиков.

Для построения такой системы предлагается использовать следующее оборудование:

- 1) набор беспроводных датчиков;
- 2.) центральный блок, включающий модуль нейронных сетей;
3.)систему исполняющих устройств.

Беспроводные датчики реализованы на базе отладочных плат фирмы Texas Instruments с предустановленным микроконтроллером семейства MSP430 и ZigBee-процессором CC2480, работающих в составе единой системы (рис. 1).

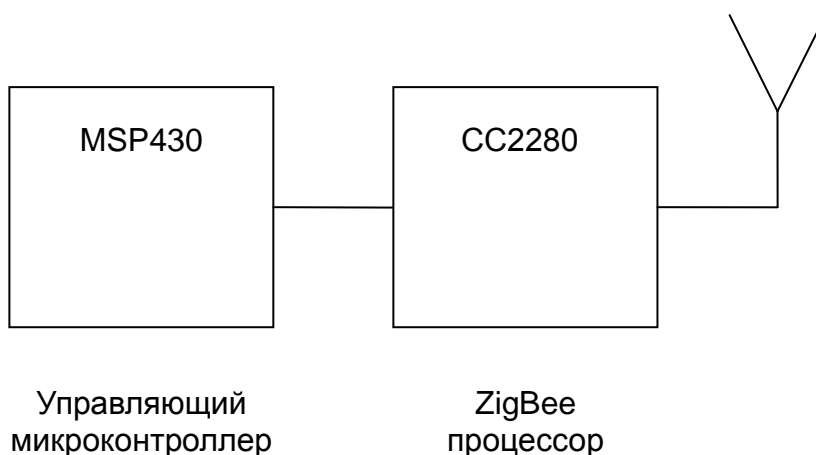


Рис. 1. Система сбора и передачи данных

Ключевые особенности применяемых микроконтроллеров:

- 1) архитектура фон Неймана;
- 2) сверхнизкое энергопотребление;
- 3) высококачественная периферия для выполнения точных измерений:
 - 2 АЦП;
 - сдвоенный 12-разрядный ЦАП;
 - интегрированный датчик температуры;
 - таймеры.

Особенности ZigBee процессора CC2480:

- 1) беспроводная связь стандарта IEEE 802.15.4;
- 2) частотный диапазон 2,4 ГГц;
- 3) последовательный периферийный интерфейс;
- 4) универсальный асинхронный приемопередатчик.

Центральный блок содержит модуль нейронных сетей, что позволяет выполнять интеллектуальную оценку данных, поступающих от совокупности датчиков, а также выдавать соответствующее решение и импульс управления на систему исполняющих устройств.

В качестве примера используемого в системе оборудования предлагается рассмотреть разработанный авторами комбинированный датчик температуры и освещенности, основные элементы которого представлены на рис. 2.

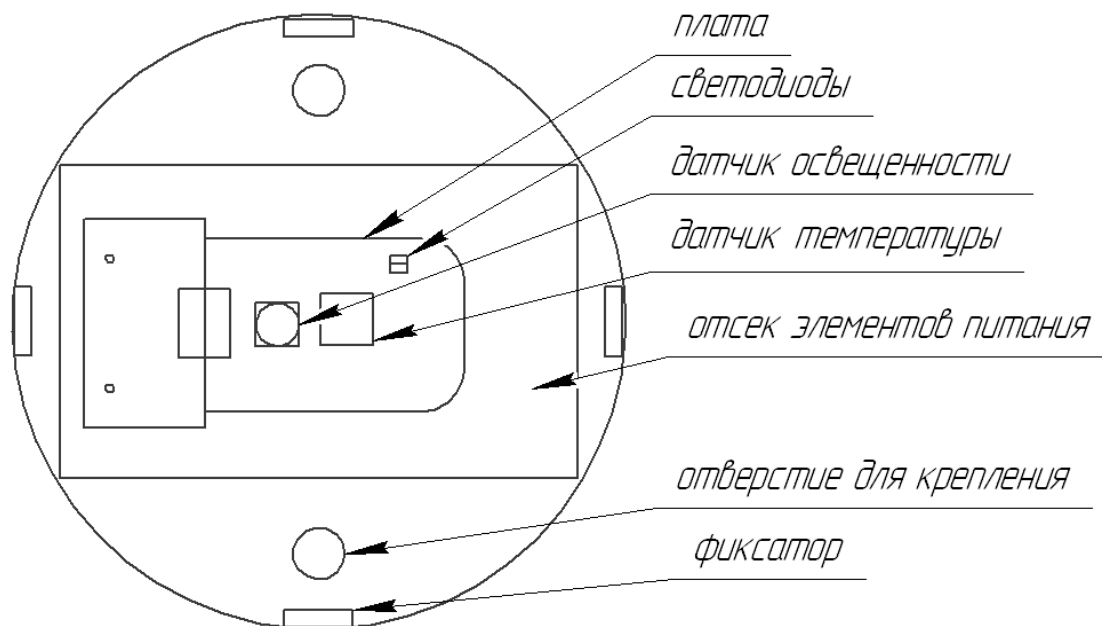


Рис. 2. Комбинированный датчик

Датчик включает:

- 1) базу, которая обеспечивает жесткость конструкции и возможность крепления датчика к стене или потолку двумя саморезами;
- 2) батарейный отсек и плату с предустановленными микроконтроллером, ZigBee процессором и датчиками температуры и освещенности;
- 3) специальные индикаторные светодиоды низкой яркости, позволяющие контролировать режим работы и являющиеся незаметными в процессе эксплуатации датчика;
- 4) пылезащитный корпус, который крепится к базе с помощью пластиковых фиксаторов.

Разработанный датчик имеет современный дизайн (рис. 3). За счет технических решений не требует регулярного обслуживания. Двух аккумуляторных батарей типа АА достаточно, чтобы обеспечить работу датчика в течение двух лет.

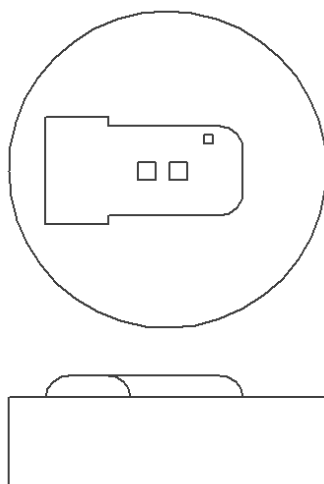


Рис. 3 Комбинированный датчик в сборе

На рис. 4 представлен пример расположения датчиков в больничной палате.

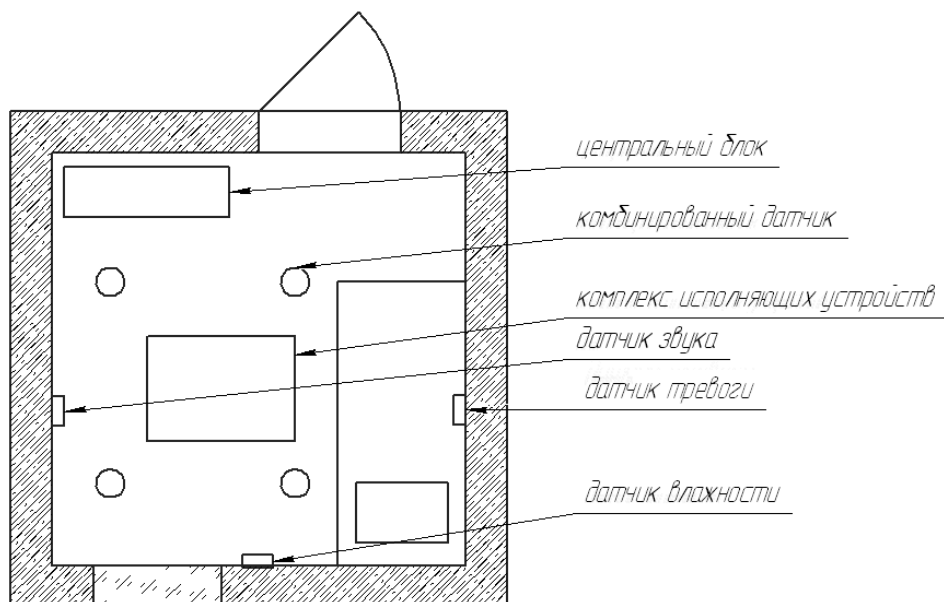


Рис. 4. Пример реализации комплексной системы датчиков в больничной палате

В ходе проведенной работы был получен испытательный образец комбинированного датчика, который в настоящий момент проходит тестирование в составе предложенной системы.

Список литературы

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр. С. Хайкин; пер. с англ. – М. : ИД «Вильямс», 2006. – 1104 с. : ил. – Парал. тит. англ.
2. ti.com – официальный сайт компании Texas Instruments

*А. И. Крашенюк¹, Г. Н. Дульнев¹, С. Е. Постнов², Л. П. Семихина³,
С. В. Крашенюк³, П. А. Ефимов⁴, А. А. Бойцова⁴*

ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ ВОДЫ – БИОФИЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРОЦЕССОВ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

¹*Академия гирудотерапии, Санкт-Петербургский НИУ ИТМО, ²ЦАГИ,*

³*Тюменский государственный университет,*

⁴*Институт биосенсорной психологии, Санкт-Петербург*

К настоящему времени появилось значительное количество экспериментальных данных определения динамики потоков информационной энтропии в процессе использования различных медицинских технологий (гирудотерапии, остеопатии, КВЧ-терапии, «управляемого дыхания») или различных видов артерапии (музыка, танец).

Результаты этих экспериментов могут быть представлены в виде формализованного критерия хаоса (K_x) или критерия порядка (K_n).

В результате этой работы нами был получен ряд новых экспериментальных данных, которые позволяют высказать предположение о том, что «конечным пунктом приложения» различных медицинских технологий может быть воздействие на структуру воды в организме человека [1].

Эта гипотеза вытекает также из многочисленных экспериментов с использованием метода газоразрядной визуализации (метод ГРВ или эффект Кирлиан) при изучении воздействия метода гирудотерапии на организм человека. Эти данные также приведены в работе [1].

Сегодня существует большое количество экспериментальных работ, которые позволяют сделать вывод о том, что ГРВ определяется состоянием воды в эпителиальных клетках пальцев человека и воды, находящейся в межклеточном пространстве или потовых железах кожи.

В работе профессора К. Г. Короткова [2], отмечено, что для оценки влияния кожи как органа на параметры ГРВ необходимо учитывать роль следующих факторов:

- 1) структурных неоднородностей поверхности и объема;
- 2) поверхностной и объемной электропроводности, с учетом особенностей биологически активных точек – БАТ);
- 3) влажности и степени загрязненности поверхности;
- 4) газовый состав среды над поверхностью;
- 5) собственное газовыделение объекта.

Логично предположить, что при исследовании пальцев рук пациента до и после сеанса гирудотерапии наиболее значимым будет **п. 3 – Влажность**, поскольку степень загрязненности поверхности эпителия не меняется, пп. 1, 2, 4, 5 либо практически не меняются или их изменения пренебрежимо малы.

В институт гидродинамики СО РАН Г. Н. Санкин и В. С. Тесленко провели модельные исследования коронных разрядов по методике ГРВ на искусственных множественных капиллярах из полиметилметакрилата с внутренним диаметром 50 мкм, наполненных водным раствором NaCl 0,3. Сходство фотографий свечения на кончиках пальцев и на искусственных капиллярах оказалась поразительным [3] .

Авторы делают заключение, что наблюдаемое свечение по контуру пальцев человека является коронным разрядом на открытых порах потовых желез.

Эти наблюдения хорошо согласуются с работой Ю. В. Коркина. Автор показал, что усиление потоотделения с помощью обработки поверхности кожи ацетилхолином увеличивает площадь сигнала ГРВ, а обработка формалином, подавляет потоотделение, что приводит к уменьшению площади сигнала ГРВ [4].

Почему меняется картина коронного разряда на пальцах (увеличивается площадь свечения) при использовании метода гирудотерапии?

Ответить на это вопрос помогает открытие волнового эффекта гирудотерапии [5, 6].

Пиявка в процессе кровососания генерирует до 500–550 импульсов в ультразвуковом диапазоне, что может влиять на структурные изменения внутри- и межклеточной воды (состояние ассоциатов и кластеров).



Рис.1. Фотография свечения на кончиках пальцев (А) и на искусственных капиллярах (В). Из работы [3]. Фотографии свечения: А – на кончиках пальцев; В – на искусственных капиллярах.

В пользу этого предположения говорят и наши эксперименты с профессором Л. П. Семихиной [7]. В этой работе на основе метода диэлькометрии показано, что постановка пиявки лягушке *Rana temporaria* существенно меняет кластерную структуру внутриклеточной воды у этих животных, увеличиваются размеры кластеров внутриклеточной воды в тканях лягушки.

Целью настоящей работы является исследование пограничной воды (Авода) на состояние внутриклеточной воды в организме человека.

Пограничная вода (Авода) представляет собой воду с отрицательным значением окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), достигающим сотни милливольт. Эта вода в закрытой таре сохраняет свои свой-

ства, включая отрицательное значение ОВП в диапазоне $-400 \div 200$ мВ не менее 6 мес.

Технологический процесс подготовки Аводы представляет собой последовательность воздействий на воду ряда физических факторов. Включающих пропускание ее через мембранную электролитическую ячейку особой конструкции с определенной скоростью, при определенной напряженности электрического поля и « Know Now» в виде «Окончательной упаковки молекул воды» [8, 9].

Материалы и методы исследования

Для объективизации исследований применяли следующие методы:

ГРВ-анализ с использованием прибора «GDV Camera» профессора К. Г. Короткова;

Тест Акабане на приборе «Рефлексомастер» конструкции В. Г. Мужикова;

Исследование потоков информационной энтропии анализировали с помощью прибора «Эниотрон» [1], что графически выражалось в определении критерия хаоса (K_x) в процессе исследования. Датчики прибора устанавливали на точки ЮАНЬ левой и правой ветви канала мочевого пузыря (V64, т. ЦЗИН-ГУ, область стопы) у трех испытуемых и канала почек (R3, т. ТАЙ-СИ, область голеностопного сустава) у одной из испытуемых дополнительно.

Волонтерам на слизистую рта впрыскивали 0,4 мл пограничной воды (Аводы) и проводили объективную оценку их состояния вышеупомянутыми методами.

Результаты эксперимента

Изменения параметров ГРВ свечения у волонтера У.А.Ф. до и после приема Аводы представлены на рис. 2.

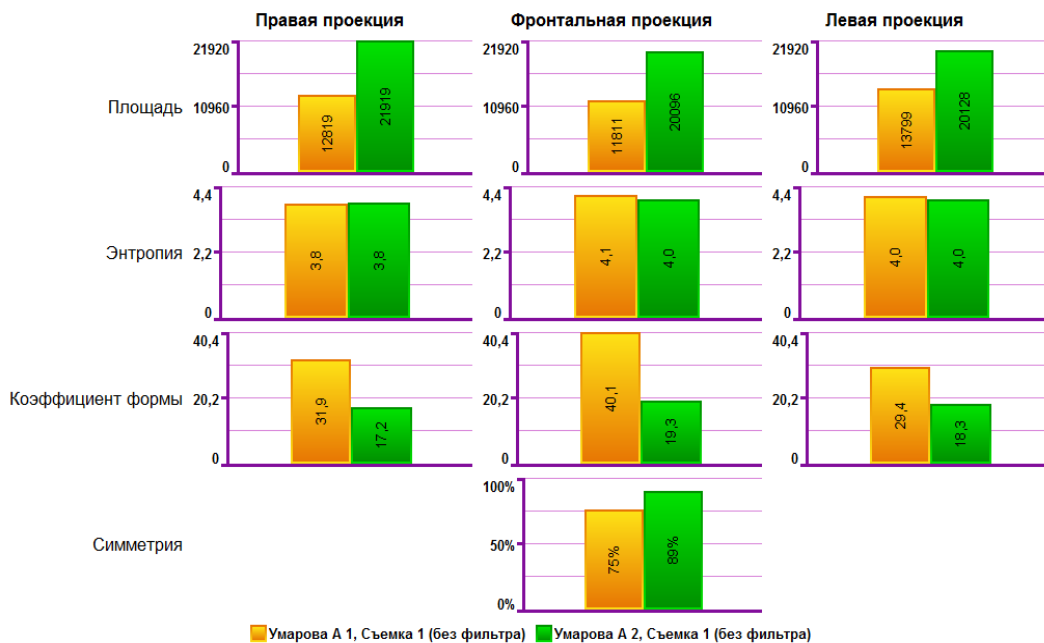


Рис.2. Изменения параметров ГРВ свечения у волонтера У.А.Ф. до и после приема Аводы. Левые столбики – состояние до, правые столбики – состояние после воздействия Аводы на организм человека

Как следует из рис. 2, площадь свечения во фронтальной проекции у волонтера У.А.Ф. увеличилась на 70 % (!) после воздействия Аводы в записи без фильтра, а коэффициент симметрии повысился с 75 до 89 %. Это сопоставимо с результатами работы [8], хотя в нашем эксперименте Аводу не пили, а получали ее путем распыления на слизистую рта.

Результаты исследования воздействия Аводы методом Акабана представлены в табл. 1. Из табл. 1 следует, что после воздействия Аводы у волонтера У.А.Ф. произошли существенные изменения в каналах желудка (E), канале почек (R), и канале мочевого пузыря (V). Хорошо известно из канона китайской традиционной медицины, что именно каналы почек и мочевого пузыря регулируют потоки всех жидкостей тела [9].

Таблица 1

Результаты теста Акабана при приеме Аводы

Ф.И.О.	У.А.Ф., волонтер	Воздействие Аводой				
		3-4			3-5	
Калибровка прибора						
Дата исследования	5.07.2011	До	После		До	После
Время		12.49			13.50	
Часы активности каналов		D	S	D / S S / D	D	S
3-5 ч	P	8	12	1,50	5	6
5-7 ч	GI	10	6	1,66	5	5
19-21ч	MC	11	8	1,38	5	4
21-23ч	TR	8	7	1,14	5	5
11-13 ч	C	9	5	1,80	5	4
13-15	JG	12	10	1,20	8	12
9-11ч	RP	4	4	1,00	6	7
1-3ч	F	17	14	1,21	9	9
7-9ч	E	12	12	1,00	6	14
23-1ч	VB	14	33	2,36	19	7
17-19ч	R	>50	38	-	18	16
15-17ч	V	19	>50	-	24	18

Примечание. D и S – правый и левый канал соответственно;

Выделены каналы (серый цвет), в которых обнаружены изменения ($D/S \geq 2,00$ или $S/D \geq 2,00$).

Сокращенное названия каналов:

P – легких;

GI – тонкого кишечника;

MC – перикарда;

Tr – трех обогревателей;

C – сердца;

IG – тонкого кишечника;

RP – селезенки-поджелудочной железы;

F – печени;

E – желудка

VB – желчного пузыря;

R – почек;

V – мочевого пузыря.

У всех испытуемых отмечали изменения методом ГРВ, в тесте Акабана и на приборе «Эниотрон-3».

Данные, полученные с помощью прибора «Эниотрон-3», представлены на рис. 3.

После воздействия Аводы практически мгновенно видны изменения в характере осцилляций потока информационной энтропии (величины K_x). Они приобретают вид регулярных гармоник, что особенно заметно на правой ветви **D** канала мочевого пузыря (**V**), (верхняя часть рис. 3).

Обсуждение экспериментальных данных. Анализируя результаты экспериментов с воздействием Аводы на волонтера тремя независимыми методами, следует отметить следующие факты. Все три метода подтверждают наше предположение о том, что Авода в минимальном объеме (0,4 мл) способна изменять структуру внутриклеточной и межклеточной воды в организме человека практически мгновенно.

В этой связи процитируем автора пограничной воды (Аводы) С. Е. Постнова [9, с. 28]: «Учитывая величину дозы приема пограничной воды, форму приема, скорость развития биохимических и биологических процессов, их разветвленность и многообразие, можно с большой долей уверенности говорить, что мы имеем дело не с терапевтическим действием пограничной воды как таковым, а с откликом самого организма на изменение физических свойств воды, составляющей его основу».

В работе [7] была проведена оценка влияния Аводы на организм человека с использованием метода ГРВ для интегральной оценки общего состояния человека.

Изучали изменения выбранных параметров свечения до и после приема Аводы через 1 ч, 1, 2, 7 и 14 суток. Проанализировано 140 измерений. В итоге получены высокодостоверные различия параметров свечения до приема Аводы и после ее приема. У каждого волонтера в той или иной степени наблюдали увеличение свечения при безфилтровой записи, что отразилось в росте среднего коэффициента интегральной площади свечения. Выявлено нарастание площади свечения при безфилтровой записи в динамике в течение 14 дней у 8 из 20 испытуемых (40%), регулярно принимавших Аводу. Авторы делают следующее заключение, что прием Аводы повышает:

- энергетический потенциал человека, что подтверждается ростом параметров свечения исследуемых периферических объектов;
- стрессоустойчивость, являясь тренировочной реакцией активации организма;
- гармонизирует энергетические потоки организма человека, что отражается в повышении уровня симметрии свечения.

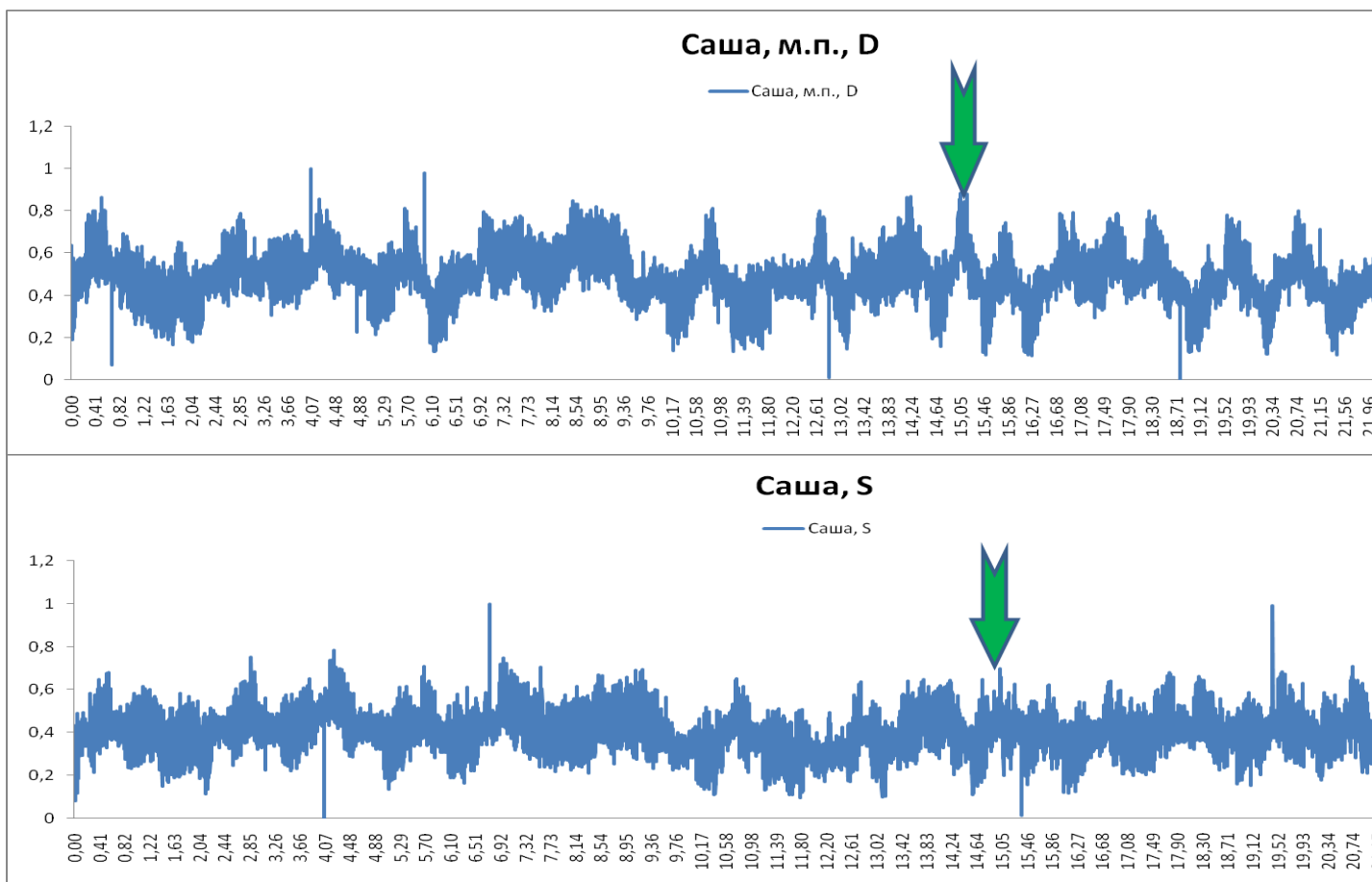


Рис. 3. Динамика изменения критерия хаоса (K_x) при воздействии Аводы на волонтера У.А.Ф

Обозначения на графике: по горизонтали – время эксперимента в мин., по вертикали – величина критерия хаоса (K_x). Стрелкой обозначено время воздействия на волонтера Аводы;

М.П. – канал мочевого пузыря (V). D – правая ветвь канала V. S – левая ветвь канала V.

В своей работе С. Е. Постнов [9, с. 25] отмечает еще более удивительные факты: «...Для стокиллограммового спортсмена достаточно 0,5 мл пограничной воды для изменения физических параметров внутренней жидкости во всем его организме после интенсивной тренировки или соревнования.

В этом нет ничего удивительного, так как пограничная вода является только инициатором физического процесса, запускаемого в организме. Она работает как искра в двигателе внутреннего сгорания, запуская физический процесс, в отличие от лекарств, инициирующих биохимические реакции и в отличие от функциональных (биоактивных) вод, работающих на замещении части воды в живом организме».

И все же остается открытым вопрос, почему ГРВ-анализ показывает нам увеличение площади свечения после воздействия Аводы на организм человека?

Для объяснения этого феномена нам следует привлечь внимание читателей к термину «Обобществленные электроны» [9, с. 64], который предла-

гает ввести С. Е. Постнов. Этот термин «родился» при обсуждении результатов исследования пограничной воды в Институте общей физики им. А. М. Прохорова РАН. И связано это было с определенным парадоксом. Он состоял в том, что водородный показатель (рН) и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), призванные охарактеризовать соответствующую активность ионов водорода в воде и активность электронов в окислительно-восстановительных реакциях в пограничной воде частично утрачивали свой физический смысл, а именно: можно получить пограничную воду с рН порядка 5,5–6,0, но с электрон-донорными свойствами. Для химиков это казалось невероятным, пока не убедились путем непосредственного измерения указанных параметров.

Поэтому возникла насущная потребность в количественном определении доступности электронов в тканях живого организма и в пограничной воде без использования значений рН и ОВП. Это важно еще и потому, что два эти параметра, характеризующие воду, не могли должным образом характеризовать пограничную воду с точки зрения ее биологической активности.

Был предложен термин **«обобществленные электроны»**, призванный самостоятельно характеризовать доступность электронов в воде, пограничной воде, в живом организме, в органическом и неорганическом веществах. Этот термин характеризует физическое состояние электронов не только с точки зрения участия в окислительно-восстановительных реакциях. **Он более общий. С его помощью, например, можно охарактеризовать состояние мышечной ткани, вещества головного мозга, организма в целом.**

Термин «обобществленные электроны» имеет количественную характеристику. В настоящее время количественно определяется методом газоразрядной визуализации (ГРВ).

Это происходит следующим образом: изучаемый объект (вода, пограничная вода, живой организм) помещается в электромагнитное поле. Электроны, вылетающие из объекта под его действием, инициирует в газе коронный разряд, интенсивность которого регистрируется. Таким образом, выбрав эталон, можно сравнивать между собой изучаемые объекты, так как чем больше электронов участвует в развитии коронного разряда, тем интенсивнее свечение (например, состояние человека до и после сеанса гирудотерапии).

Изменение свечения пальцев человека до и после сеанса гирудотерапии означает, что структура внутриклеточной воды в эпителиальных клетках пальцев изменилась, в ней увеличилось количество «обобщенных электронов». **А значит, изменилась структура внутриклеточной воды во всем организме!**

Термин «обобществленные электроны» оказался с хорошим физическим смыслом, очень емким, свободным от внутренних процессов, проис-

ходящих в изучаемом объекте, его структуры [9,с.65].

Следовательно, метод ГРВ как метод измерения с физической точки зрения, разработанный профессором К. Г. Коротковым [2] оказался инструментом, с помощью которого можно физически регистрировать состояние электронов, в том числе и атомных орбиталей, характеризовать изучаемые объекты или их части. Мы получили инструмент, с помощью которого можно изучать состояние живой и неживой материи, живого организма и эффективность воздействий на него, например, с помощью пограничной воды или различных медицинских технологий (в гирудотерапии).

На рис. 4 представлены результаты измерения ГРВ параметров пальцев 11-летней девочки, страдающей эпилепсией.

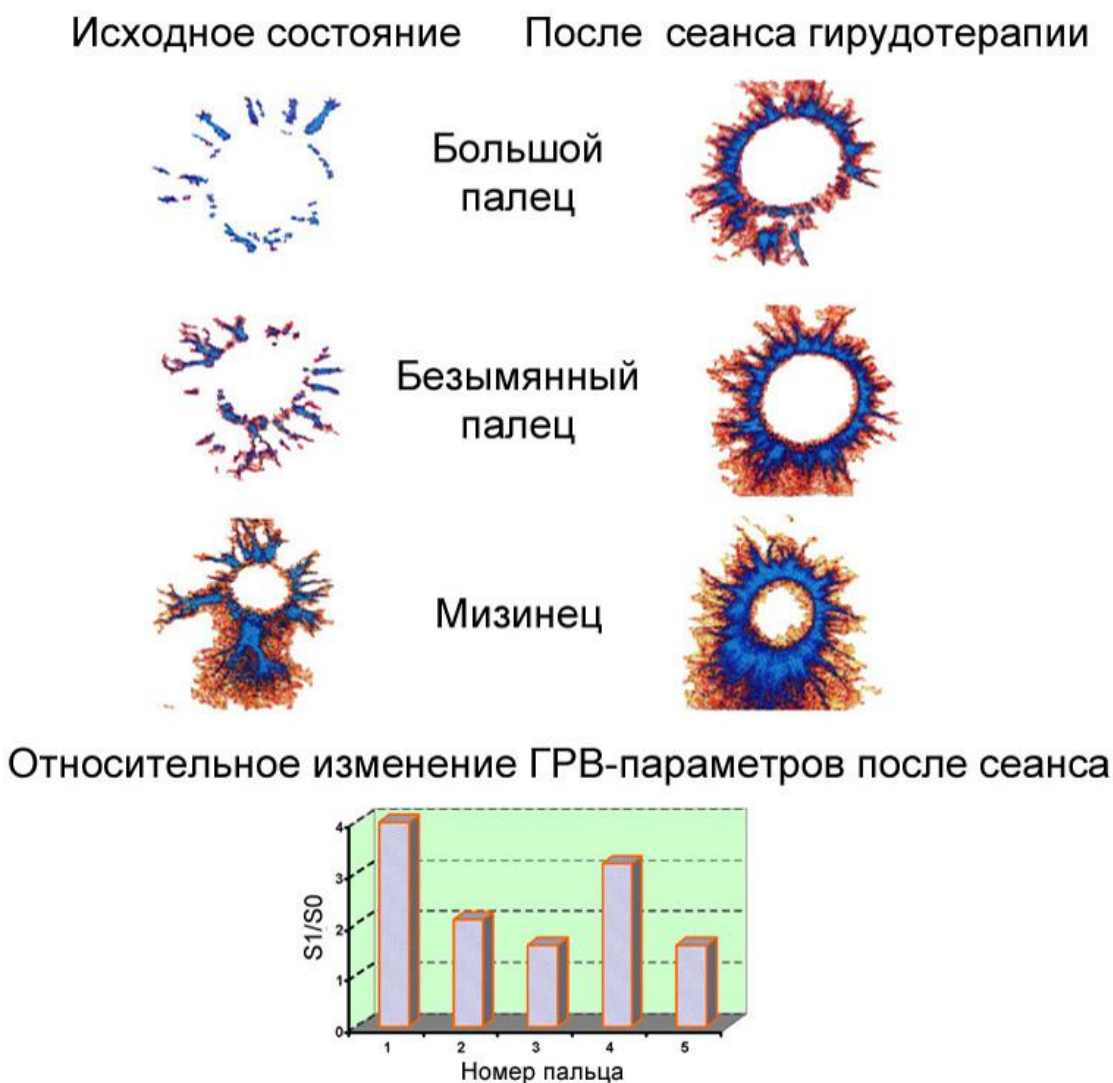


Рис. 4. ГРВ изображения пальцев до и после сеанса гирудотерапии и результаты их компьютерной обработки. Пациент Юля А., 11 лет.

Обозначения: по горизонтальной оси – номер пальца; по вертикальной оси – отношение площадей свечения пальцев до (S0) и после (S1) сеанса гирудотерапии. Диагноз: судорожная готовность мозга, очаг возбуждения в левой половине мозга по данным ЭЭГ

Исходное состояние по данным ГРВ (рис. 4, слева сверху): сильный дефицит энергетики. Практически отсутствует свечение по правой руке, сильный фон по левой руке – доминирование процессов возбуждения левой половины мозга. Типичная картина сильного психологического стресса. Можно отметить мощные выбросы свечения на правой руке в области кишечника, органов малого таза, легочной системы, эндокринной системы.

После сеанса гирудотерапии по данным ГРВ (рис. 4 справа сверху): кардинальное изменение всей картины: резкое увеличение площади свечения (энергонаполненности) по всем системам, снятие стресса. Более четкое проявление диагностических признаков. Полученная картина характеризуется большей неоднородностью энергии, слабым питанием зоны головы, блоками энергии по всем системам, слабой работой желудочно-кишечного тракта, несбалансированной эндокринной системой. Агрессивные выбросы в области органов малого таза, зоны легких. Видна положительная динамика прироста площадей свечения всех пальцев после сеанса гирудотерапии.

В результате полученных экспериментальных данных возникает также представление о том, что сенсорной системой прибора «Эниотрон» является не только техническое устройство (датчик), но и слои поляризованной воды, прилежащей к основанию этого датчика.

Суть изложенного можно продемонстрировать на рис. 5.

Модель работы информационного канала

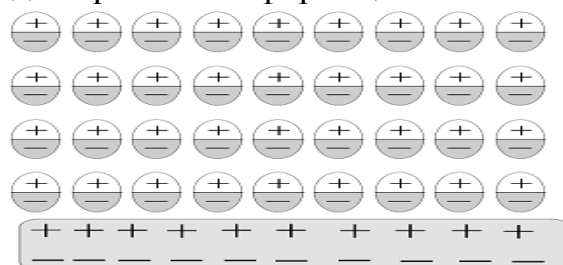


Рис. 5. Гипотетическая модель сенсора (технического устройства – термоэлектрического модуля с двойным электрическим слоем) и ориентированных (поляризованных) диполей внутриклеточной воды)

Под техническим устройством может располагаться множество слоев поляризованной воды (много миллионов слоев диполей воды). Поскольку эта вода внутриклеточная, она будет обладать еще и свойствами пограничной воды. И именно эта вода и будет являться физическим (материальным) носителем той информации, которую мы хотим передать человеку с помощью той или иной медицинской технологии, или воздействием музыки, театра, танца, медитации, молитвы. И даже передача информации дистанционно может быть зафиксирована с помощью такого сенсорного устройства.

Здесь уместно вспомнить исследования американского биофизика Дж. Поллака (G.Pollack), которые показали, что вода, гидратирующая гидрофильные поверхности существенно отличается по своим свойствам от

«объемной воды» и эти отличия настолько существенны, что можно говорить о существовании четвертого агрегатного состояния воды [10]. Дж. Поллак обнаружил, что толщина слоя «особой воды», прилегающей к гидрофильной поверхности, может достигать сотен микрон. Эта вода отличается от объемной по вязкости, плотности, температуре замерзания, диэлектрическим свойствам. Множество веществ, хорошо растворимых в обычной воде, в этой воде не растворяются, и поэтому Дж. Поллак назвал воду, прилегающую к гидрофильным поверхностям «Exclusion Zone Water (EZ-Water)» (**вода зоны исключения**).

В наших экспериментах с использованием сенсора, представляющего собой термоэлектрический модуль с двойным электрическим слоем, диполи воды должны быть поляризованы **особым образом** относительно поверхности сенсора. И эта особенность должна придавать, по-нашему мнению, дополнительные свойства к тем, которыми обладает **вода зоны исключения**. Будущие эксперименты в этом направлении позволят уточнить наше предположение.

Полученные нами результаты позволяют расширить интерпретацию ГРВ-анализа состояния человека. Они позволяют нам говорить о возможности изменения внутриклеточной воды при различных воздействиях на человека, т.е. оценивать степень их позитивного или негативного воздействия. Этот вывод согласуется с гипотезой явления «Аквакоммуникация», развиваемой российскими учеными В. И. Слесаревым и А. Д. Даниловым [12, 13].

На основе наших результатов предлагаем следующие выводы:

1. Метод ГРВ, тест Акабана, прибор «Эниотрон» могут быть использованы при изучении состояния внутриклеточной воды в организме человека.

2. Прибор «Эниотрон» может быть использован для изучения изменения структуры внутриклеточной воды под влиянием различных медицинских технологий и иных факторов на человека.

3. Прибор «Эниотрон» может быть использован для исследования передачи информации по каналам (или меридианам) при использовании различных медицинских технологий, при этом решающую роль в передаче этой информации играет внутриклеточная вода.

Список литературы

1. Дульнев, Г. Н. От синергетики к информационной медицине / Г. Н. Дульнев, А. И. Крашенюк. – СПб. : Институт биосенсорной психологии, 2010. – 166 с.
2. Коротков, К. Г. Основы ГРВ биоэлектрографии / К. Г. Коротков. – СПб, 2001 – с. 73.
3. Санкин, Г. Н. Исследование электрического разряда в воздухе с капиллярным электрическим электродом / Г. Н. Санкин, В. С. Тесленко //

Письма в ЖТФ. – 1996. – Т. 24. – С. 49–53.

4. *Коротков, К. К.* Эффект Кирлиан. – СПб. : Изд-во Ольга, 1995. – С. 126.

5. *Крашенюк, А. И.* Интерпретация природы энергоинформационного эффекта гирудотерапии на основе акустического феномена / А. И. Крашенюк, Д. И. Фролов // В кн.: «Наука. Информация. Сознание». – СПб., 2001. – С. 89–90.

6. *Крашенюк, А. И.* Волновые эффекты медицинских пиявок / А. И. Крашенюк, С. В. Крашенюк, К. Г. Коротков, Д. И. Фролов // В кн.: Гирудотерапия и гирудофармакотерапия. Т. 4. / Под ред. д.б.н. Г. И. Никонова. – Моск. обл., 2002. – С. 79–96.

7. *Семихина, Л. П.* Гирудотерапия способна вызвать акваструктурирующий эффект / Л. П. Семихина, А. И. Крашенюк // 4-й Международный научный конгресс «НЕЙРОБИОТЕЛЕКОМ – 2010». «Инфокоммуникационные технологии в науке, здравоохранении и образовании»: сборник научных трудов, Санкт-Петербург, 7–10 декабря 2010 г. – СПб. :Изд. «Теледом». – С. 265–269.

8. *Волков, А.В.* Регистрация методом ГРВ действия электрохимически поляризованной воды (А-воды) на организм человека / А. В. Волков, Т. Ю. Телешова, С. Е. Постнов // Наука. Информация. Сознание. Сборник трудов XI международного конгресса по ГРВ биоэлектрографии. – СПб., 2007. – С. 76–77.

9. *Постнов, С.Е.* Пограничная вода в живом организме / С. Е. Постнов. – М. : Элф ИПР, 2011. – 71 с.

10. Chinese Acupuncture and Moxibustion / Chief editor Cheng Xinnong. Beijing : Foreign Languages Press, 1987. – P. 234, Fig. 9, 12.

11. *Zheng, J. M.* Surfaces and interfacial water: evidence that hydrophilic surfaces have long-range impact / J. M. Zheng, W. C. Chin, E. Knijniak, E. Jr. Knijniak, G. H. Pollak // Adv.Colloid Interface Sci.. – 2006. – P. 23, 127, 19–27.

12. *Слесарев, В. И.* Вода! Аквакоммуникация и акваклатратирование – основа новой парадигмы медицины / В. И. Слесарев, А. Д. Данилов // 4-й Международный научный конгресс «НЕЙРОБИОТЕЛЕКОМ – 2010». «Инфокоммуникационные технологии в науке, здравоохранении и образовании»: сборник научных трудов, Санкт-Петербург, 7–10 декабря 2010 г. – СПб. :Изд. «Теледом». – С. 274–277.

А. В. Соломенников, Н. А. Арсениев

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЯ С-РЕАКТИВНОГО БЕЛКА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОРМУЛЫ КРОВИ

ГБУЗ «Городская больница № 38 им Н.А.Семашко»

Введение. Среди неспецифических лабораторных показателей, характеризующих остроту и тяжесть состояния пациентов, используются показате-

тели числа лейкоцитов, числа и сдвига нейтрофилов в сторону юных форм, величина СОЭ, подсчет ЛИИ (лейкоцитарный индекс интоксикации) и др. В последние годы в качестве «золотого стандарта» в оценке остроты состояния принято считать показатель С-реактивного белка (СРБ). При этом указывается, что изменения значений СРБ не всегда совпадают с изменениями других показателей, в частности показателей формулы крови.

Цель настоящего исследования – выявление отличительных особенностей динамики изменения значений СРБ и показателей формулы крови.

Для достижения поставленной цели были проанализированы данные 79 пациентов с различной патологией и 18 добровольцев, не имевших клинических признаков острого патологического процесса. Планируя алгоритм расчетов, исходили из следующих известных положений. Проникновение или накопление антигена в организме на первом этапе сопровождается ростом в первую очередь неспецифических факторов защиты. При этом наиболее чувствительным и динамичным считается рост СРБ. Можно было ожидать, что специфические изменения в формуле крови и накопление СРБ следуют параллельно, и их выраженность зависит от динамики проникновения и количества агрессивного фактора. Поэтому на первом этапе сопоставили (рассчитали) коэффициенты линейной корреляции (ККр) между показателями крови и фактическими значениями СРБ (СРБф). Далее, используя полученные значения ККр, была составлена формула регрессии, которая позволяла рассчитывать должествующее (ожидаемое) значение СРБ по изменениям в формуле крови. Последовательность действий: определение совпадения (ККр) конфигурации формулы крови каждого пациента с конфигурацией, характерной для роста СРБ у каждого больного (n=97). Используя показатели ККр пациентов всего массива, были вычислены значения α и β формулы регрессии для расчета значений СРБ по ККр индивидуальной формулы крови и ее конфигурации, характерной для динамики СРБ. Вид полученной формулы: $Y=(1+X\cdot 65)-15$. Используя ее, рассчитали должествующие (ожидаемые) значения СРБ (расчетное значение – СРБр) по конфигурации формулы крови для каждого пациента.

Сопоставление характерных изменений в формуле крови для динамики СРБф и СРБр демонстрировало их высокую степень совпадения (при n=16, ККр: +0,95), в то же время непосредственно между ними по всему ряду пациентов (при n=97, ККр: +0,71). При этом абсолютная разница между ними могла иметь как положительное, так и отрицательное значение и колебалась от +80 мг/л до –80 мг/л. Возникал вопрос о «природе» несоответствия между расчетным и фиксируемым прямыми значениями СРБ. Для его решения были последовательно рассчитаны и сопоставлены значения СРБр, СРБр+СРБф, СРБр-СРБф и СРБр% от их суммы с динамикой других гематологических и биохимических показателей. Предварительно было сделано предположение, что отличие между СРБр и СРБф определяется активностью специфической иммунологической активности. По мере усиления об-

разования и накопления в крови специфических иммунологических эффекторов возникает конкуренция за связывание с антигеном между ними и неспецифическими факторами. Постепенно специфический ответ «вытесняет» неспецифический в ходе конкуренции за детерминанты антигена, в результате чего образование неспецифических факторов (по видимому, по принципу обратной связи) тормозится, а в элиминации токсинов начинают преобладать факторы специфической защиты. При этом значения СРБф изменяются, отражая прежде всего, активность неспецифического ответа, в то время как клеточный состав крови меняется в соответствии с изменениями не только неспецифического, но и специфического иммунитета. Представлялось целесообразным рассчитать сумму СРБр+СРБф, как величину, условно отражающую количество антигена, проникающего и накапливающегося в организме, а их разница (СРБр-СРБф) позволяла вычленить основные отличия влияния этих величин на другие показатели крови, тем самым подтвердить или отвергнуть сделанные предположения. Этим же задачам отвечали и расчеты СРБф% и СРБр%.

Суммируя результаты расчетов, отражающих взаимосвязь фактических и расчетных значений СРБ, можно заметить, что достоверные связи динамики СРБф с другими показателями крови полностью повторяются и для СРБр и в то же время для отдельных показателей являются существенно более значимыми. Их повторяют и соответствующие значения ККр: СРБр+СРБф. Таким образом, по нашему мнению, подтверждается сделанное выше предположение о более «широком охвате», т. е. более полном определении интенсивности ответа системы крови, как меры количественного накопления антигена, таких показателей, как СРБр и СРБр+СРБф. При этом их различие (СРБр-СРБф) не имело аналогичного уровня связей с другими показателями крови, что свидетельствовало не о простом сложении «активностей», а от их важных отличиях. Эти отличия хорошо просматриваются в связях СРБф% и СРБр% от общей суммы (СРБр+СРБф). При их сравнении четко просматривается связь роста «удельного» значения СРБр в общей сумме, как величины, «противостоящей» основным признакам острой воспалительной (неспецифической) защиты (снижение числа лейкоцитов, палочко-ядерных нейтрофильных лейкоцитов, СОЭ) и совпадающей с ростом признаков специфической (лимфоциты).

«Версию» о подключении к элиминации токсинов, помимо неспецифических факторов, других механизмов, «поддерживают» и значения ККр: СРБр-СРБф, СРБр% с динамикой отдельных биохимических показателей. Так, увеличение разницы СРБр-СРБф достоверно сочеталось с ростом глобулинов (ККр: +0,460), липопротеидов высокой плотности (ККр: +0,482), снижением уровня мочевой кислоты (ККр: -0,324) и фибриногена (ККр: -0,631), а увеличение СРБр% помимо выше перечисленных «добавляло» в этот ряд рост общего белка (ККр: +0,508) и альбумина (ККр: +0,592). Эти высоко достоверные связи с изменениями биохимиче-

ских показателей, очень демонстративны, поскольку их значения не использовались в расчетах СРБр.

Мы считаем, что положительная разница между СРБр и СРБф свидетельствует об опережающем росте активности эффекторов специфической защиты, что связано с частичным связыванием ими части антигенов, тем самым создаются предпосылки к снижению синтеза СРБ, но при этом сохраняются или специфически модифицируются показатели «реактивности» формулы крови. И наоборот, отрицательные значения разницы расчетного СРБ и фактического свидетельствуют о превалировании неспецифического и недостаточности специфического иммунитета. Таким образом, по нашему мнению, указанная разница отражает становление и эффективность специфического иммунитета.

На основе полученных материалов нами была составлена программа (использовали Excel) расчетов СРБр и различий СРБф и СРБр по показателям формулы крови. Так же возможно рассчитать соответствующие показатели СРБр, СРБр+СРБф, СРБр-СРБф, СРБф% и СРБр% от их суммы.

Б. А. Дудич

ОБЪЕКТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЖГУТИКОВ

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

E-mail: dudich.boris@mail.ru

С тех пор, как было показано, что обонятельные жгутики всех позвоночных подвижны [1], основными задачами нашей научно-исследовательской лаборатории стали разработка и внедрение методов качественной и количественной оценки двигательной активности обонятельных жгутиков. Подробно изучить и решить эту проблему позволил современный уровень развития вычислительной техники.

Поскольку целью исследований стала качественная и количественная оценки подвижности ОЖ земноводных и млекопитающих вне и под действием одорантов, был выбран метод регистрации двигательной активности – прижизненная телевизионная микроскопия, обладающая следующими достоинствами:

- 1) метод позволяет зрительно дифференцировать жгутики, изменяющие свою активность под действием одорантов;
- 2) дает возможность хранить данные эксперимента в виде цифровой видеозаписи;
- 3) простота исполнения;
- 4) возможность машинной обработки результатов экспериментов.

Однако в ходе работ оказалось, что в мировой практике отсутствует программное обеспечение, позволяющее качественно и количественно оценить движение обонятельных жгутиков, поэтому было принято решение разработать собственное для решения этих задач.

Количественные характеристики движения определялись с помощью анализа временных рядов, в частности спектрального анализа. Выбор же качественной характеристики движения был обусловлен необходимостью определения степени упорядоченности или неупорядоченности движения. Одной из таких характеристик стала энтропия (информационная энтропия). Поскольку остро стоял вопрос об определении перечисленных характеристик у каждого обонятельного жгутика, нами была разработана программа, в основу которой был положен анализ Фурье, как наиболее часто используемый в обработке сигналов. Анализ Фурье позволяет выразить сигнал как взвешенную сумму сдвинутых по фазе синусоид различных частот [2].

Для каждого выбранного обонятельного жгутика строился временной ряд, представляющий собой функциональную зависимость координат жгутика, измеряемых в пикселях, от времени (или количества кадров). Частота дискретизации составляла 20 кадр/с. Для каждого временного ряда рассчитывалась частота и энтропия. Гармонические спектры выявляли методом Фурье при проведении на его основе спектрального анализа.

Ниже приведено описание соответствующего расчета.

Пусть $x(t)$ – регистрируемый в течение времени T процесс. Ему соответствует ряд Фурье: $x(t) = a_0 + \sum_{i=1}^n [a_i \cos(2\pi f_i t) + b_i \sin(2\pi f_i t)]$, где a_i и b_i – коэффициенты ряда Фурье и f_i – частоты соответствующих гармоник.

Преобразование ряда Фурье есть $X(t, T) = \int_0^T x(t) \exp(-i2\pi f t) dt$

На этапе вычислений использовалась разновидность преобразования Фурье – быстрое преобразование Фурье (БПФ), широко используемое в вычислительной технике [2], что дало нам на выходе коэффициенты ряда Фурье и частоты гармонического спектра. На основании спектра, осуществлялся расчет основной частоты колебания жгутика вдоль каждой из координатных осей.

Далее определяли значения энтропии для временных рядов на основании вероятности p_j достижения значения точки $X_j(x_j, y_j)$ концом жгутика. Энтропию вычисляли по формуле: $H(X) = -\sum_{j=1}^M p_j(X_j) \ln(p_j(X_j))$, где $p_j(X_j) = \frac{x_j}{N}$, M – общее количество значений величины X_j , a – длина временного ряда. Данная интерпретация основана на шенноновском определении информационной энтропии [3]. Также для определения степени упорядоченности или неупорядоченности движения, сотрудниками нашей лаборатории активно разрабатывается метод, позволяющий сопоставить и визуализировать соответствие траектории распределению вероятностей, рассчитываемому при вычислении информационной энтропии.

Для регистрации двигательной активности обонятельных жгутиков была создана экспериментальная установка, состоящая из [4]:

- *цифровой видеокамеры ProgRes CT-3 (Jenoptic, Germany)*
- *фазово-контрастного микроскопа МИКМЕД-2 (ОАО «Ломо», Россия),*
- *персонального компьютера (2,2 ГГц, 2048 Мб RAM, 512 Гб HDD, Windows XP).*

Список литературы

1. Бронштейн, А. А. Обонятельные рецепторы позвоночных / А. А. Бронштейн. – Л. :Наука, 1977.
2. *Cormen, T. H. Introduction to algorithms / T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, SE. : The MIT Press, 2002.*
3. *Shannon, C. E. A Mathematical Theory of Communication / C. E. Shannon // The Bell System Technical Journal. –1948.*
4. *Бигдай, Е. В. Объективные критерии оценки перехода неупорядоченной двигательной активности обонятельных жгутиков в упорядоченную / Е. В. Бигдай, В. О. Самойлов и др. // Биофизика. – 2008.*

А. А. Марченков, А. А. Лубянников

СОВРЕМЕННЫЕ АППАРАТНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗМА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА

Оценка адаптационных и психологических возможностей кандидатов при проведении профессионального психологического отбора является одним из достаточно эффективных средств повышения качества комплектования войск, сил флота и боеготовности личного состава. Методология и критерии прогнозирования профессиональной пригодности по психофизиологическим, психологическим и социально-психологическим показателям основаны на результатах исследований систем «человек – военная техника», «человек – воинский коллектив», в которых установлены зависимости качественных характеристик военно-профессиональной деятельности от индивидуальных профессионально важных качеств военных специалистов.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что правильное проведение мероприятий по профессиональному психологическому отбору требует высокой квалификации и подготовки специалистов, а также явного понимания того, что современные методы не в полной мере учитывают компенсаторные возможности психической сферы человека и позволяют получать лишь вероятностный, статистический прогноз профессиональной пригодности. В то же время информация, получаемая с помощью методов социально-психологического изучения, психологического и психофизиологического

обследования, зачастую оказывается более объективной и достоверной, чем данные из других источников, что обусловлено теоретическим обоснованием измеряемых свойств, стандартизацией тестовых заданий, статистической обработкой результатов обследований и другими особенностями.

С развитием средств вооруженной борьбы эффективность систем «человек – военная техника» все в большей мере будет зависеть от индивидуально-психологических особенностей военнослужащих, управляющих этими системами, возрастет и «цена» их ошибок. Все это определяет перспективы военного профессионального психологического отбора и необходимость постоянного его совершенствования [1].

Значит, необходимо искать новые, инновационные методы оценки адаптационных и психологических возможностей человека. Острота проблемы саморегуляции психоэмоциональной устойчивости человека к стрессу в экстремальных условиях выполнения сложных видов профессиональной деятельности сегодня особенно актуальна как в связи с повышением эффективности личного состава вооруженных сил, так и для предупреждения катастроф на предприятиях, связанных с техногенными рисками. Данная проблема также актуальна для категории лиц, осуществляющих управление современными потенциально опасными технологиями, принимающих решения по реализации высоко ответственных оперативных мероприятий, связанными с тем, что развивающиеся в этих условиях трудные для субъекта психофизиологические и психические состояния могут приводить к деструкции психофункциональных состояний, дезорганизации профессиональной деятельности, потере здоровья, разрушению личности, депрофессионализации. Таким образом, проблема разработки методов эффективного повышения психоэмоциональной устойчивости к стрессу становится все более насущной.

Всемирная организация здравоохранения определяет понятие «здоровье» как состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических дефектов. По мнению Р. М. Баевского, состояние организма (его здоровье или болезнь) – это результат его взаимодействия с окружающей средой, т. е. результат адаптации к условиям среды. [2]

Таким образом, одним из показателей общего состояния здоровья человека является поддержание равновесия внутри организма (гомеостаза) за счет адаптационных механизмов. Существует достаточно много приборных методов оценки адаптационных возможностей организма, и в настоящее время при проведении профессионально-психологического отбора они широко стали применяться. С их помощью регистрируют физиологические индикаторы: дыхание, пульс, кожное сопротивление, мышечный тонус и т. п., по которым можно (с различной степенью достоверности) оценить психологические и адаптационные возможности организма человека. Рассмотрим некоторые современные приборные методы и постараемся оценить их эффективность, выявив наиболее перспективные.

Одним из внешних факторов, влияющих на организм в повседневной жизни, является физическая нагрузка. При этом тренированность кардиореспираторной системы определяет способность всего организма переносить длительные физические нагрузки, т. е. адаптироваться к возникшим в период деятельности внешним обстоятельствам. При помощи радиолокаторов малой дальности возможно проведение бесконтактного мониторинга частотных параметров дыхания и сердцебиения человека. Данный метод получил название «**Биорадиолокация**».

Проведенные экспериментальные исследования показали возможность применения многочастотного биорадиолокатора для оценки тренированности организма человека и адаптации к физическим нагрузкам. Данная методика позволяет регистрировать и оценивать результаты обработки сигналов дыхания и сердцебиения до выполнения физической нагрузки и в период восстановления организма после физической нагрузки. Предложен метод анализа особенностей процесса восстановления кардиореспираторной системы при помощи ритмограмм сигналов, полученных с помощью биорадиолокатора. Эта задача решается с помощью радиолокационных средств, работающих на длинах волн в диапазоне 3–30 см (1–10 ГГц). В этом случае за счет вычитания сигналов, отраженных от неподвижных объектов, можно добиться высокой чувствительности при обнаружении объектов, границы которых подвержены механическим колебаниям. При отражении зондирующего сигнала от подвижной границы будет происходить изменение фазы сигнала, которое может быть зафиксировано тем или иным способом. По имеющимся в литературе данным, чувствительность данного метода при регистрации в радиодиапазоне механических колебаний может достигать 10⁻⁹ м. У человека, объектами, подверженными более или менее периодическим колебаниям, являются сокращения сердечной мышцы (частоты в диапазоне 0,8–2,5 Гц) и колебания грудной клетки в процессе дыхания (частоты в диапазоне 0,2–0,5 Гц). При этом конкретное значение частот определяется физической нагрузкой и состоянием организма испытуемого. При зондировании человеческого тела электромагнитные волны отражаются от границ раздела сред, имеющих различную диэлектрическую проницаемость, значение которой зависит в первую очередь от процентного содержания крови в том или ином органе тела. Наиболее сильные отражения возможны от границ раздела «воздух – грудная клетка», «грудная клетка – легкие», а также от границы «ткань тела – кровь». Последнее будет особенно контрастно для сердца и крупных сосудов. Дистанционное определение параметров пульса и дыхания человека, находящегося за препятствием или в открытом пространстве, производится чувствительным радиолокационным датчиком [3].

Таким образом, метод биорадиолокации позволяет провести оценку адаптационных возможностей организма человека как реакцию на различные физические нагрузки, сравнивая заранее измеренные «эталонные» дан-

ные кардиореспираторной системы подготовленного к нагрузкам человека с результатами испытуемого.

Метод «**Омегаметрии**» представляет собой проведение диагностики функциональных состояний, оценки уровней бодрствования и системных компенсаторно-приспособительных реакций человека методом регистрации сверхмедленных физиологических процессов с поверхности головы и тела. Сверхмедленные физиологические процессы (СМФП) занимают часть спектра динамики биопотенциалов в полосе от 0 до 0,5 Гц. Установлено, что они универсальны по отношению к структурам головного и спинного мозга, висцеральным органам, мышцам, железистым тканям и др. [4]

Термином «омега-потенциал» обозначается устойчивый в течение минут и десятков минут потенциал милливольтового диапазона. Омега-потенциал (ОП) отличается от других видов интенсивностью (единицы и десятки мВ) и устойчивостью во времени (минуты, десятки минут). Изменения его проявляются в виде скачкообразных сдвигов или плавного снижения (или увеличения) от исходных значений с последующей стабилизацией на новом уровне. ОП рассматривается как интегральный показатель, отражающий состояние, координированность и резервные возможности функциональных систем, обеспечивающих компенсаторно-приспособительные и адаптационные реакции организма. Для решения задач экспресс-диагностики уровня бодрствования, адаптационно-компенсаторных возможностей и резервов организма был разработан метод дискретной регистрации ОП с поверхности головы и тела, названный омегаметрией.

Фоновая величина омега-потенциала отражает уровень бодрствования и неспецифической резистентности организма к стрессовым воздействиям. Низкие негативные значения ОП (от -5 до -20 мВ) характеризуют низкий уровень бодрствования с психонегативными клиническими проявлениями астенических состояний, ограничением компенсаторно-приспособительных возможностей основных регуляторных систем, адаптивных функциональных резервов и неспецифической резистентности организма к стрессовым воздействиям. Средние негативные значения ОП (от -20 до -40 мВ) обнаруживаются при нормальном уровне бодрствования, адекватных и оптимальных для данного состояния здорового или больного человека реакциях на любые виды эндогенных и экзогенных воздействий (эндогенные – от греческого «эндон» – «внутри», «генос» – «рождение», и внешние, или экзогенные – от греч. «экзо» – «вне»). Высокие негативные значения ОП (от -40 до -60 мВ и выше) указывают на состояние психоэмоционального напряжения. На поведенческом уровне это проявляется парадоксальными реакциями на воздействия любого рода, затруднением обучения. Устойчивость исходно высоких негативных значений ОП наблюдается у психически больных, лиц с хроническими заболеваниями нервной системы.

Сверхмедленные колебания потенциалов секундного, декасекундного

и минутного диапазонов – соответственно дзета-, тау-, эpsilon-волны, по классификации В.А. Илюхиной, могут быть представлены ритмическими и аperiodическими флюктуациями разной интенсивности и регулярности. «Эpsilon-волны» («эpsilon-активность», «эpsilon-ритм») используется для описания спонтанной динамики минутных колебаний биопотенциалов с периодом от 1 мин и более. Термин «тау-волны» («тау-активность» «тау-ритм») употребляется для описания спонтанной динамики деkасекундных колебаний потенциалов с периодом от 12 до 60 с. Термин «дзета-волны» («дзета-активность», «дзета-ритм») применяется для описания спонтанной динамики секундных колебаний потенциалов с периодом от 2–4 с до 12 с [5].

Амплитуда аperiodического колебания потенциалов секундного (дзета-волны), деkасекундного (тау-волны) и минутного (эpsilon-волны) при нормальных и патологических состояниях может варьировать от десятков и сотен мкВ до единиц мВ. Выраженность дзета- и тау- волн коррелирует с состоянием стресс-лимитирующих систем, отражает состояние механизмов компенсации, направленных на устранение метаболического напряжения, возникающего на фоне расстройства кислотноосновного, энергетического, газового и электролитного гомеостаза.

Фундаментальные исследования Н. А. Аладжаловой, Н. П. Бехтеревой, В. А. Илюхиной о базисной интегрирующей роли СМФП в механизмах регуляции уровней бодрствования, внимания, памяти, эмоций и других видов приспособительного поведения легли в основу разработки неинвазивного экспресс-метода диагностики уровней бодрствования и состояния компенсаторно-приспособительных реакций на стресс-нагрузку.

Опираясь на теоретические представления В.А. Илюхиной о базисной, интегрирующей роли омега-потенциала (ОП) в механизмах нейрогуморального межорганного и межсистемного взаимодействия, а также на обобщение накопленного опыта использования этой методики, было установлено, что в число основных показателей фоновой динамики СМФП, регистрируемых в отведении лоб-тенар кистей рук входят: знак и величина омега-потенциала (в мВ) после выхода его на плато; направленность, интенсивность и характер изменений (сдвиги, колебания) омега-потенциала (мВ) до выхода на плато; время выхода исходных значений омега-потенциала на плато с учетом интенсивности изменений; устойчивость или динамичность омега-потенциала в ходе исследования; асимметрия фоновой и вызванной динамики омега – потенциала; наличие сверхмедленных колебаний потенциалов, амплитуда и доминирующий период волн (дзета-, тау-диапазонов), их регулярность и устойчивость в ходе исследования [5].

Таким образом, сущность метода омегаметрии заключается в количественном дифференцировании уровней активного бодрствования, определении особенностей адаптивного поведения, системных реакций и адаптационных возможностей организма к текущим психическим и физическим нагрузкам по параметрам одного из видов сверхмедленных физиологиче-

ских процессов милливольтового диапазона. С помощью метода омегаметрии выявляют интегративный показатель, характеризующий меру координированности межорганного и межтканевого нейрогуморального взаимодействия при ведущей роли центральной и вегетативной нервной системы.

Суть метода «**Опторитмографии**» заключается в следующем. Исследуемые ткани биологического объекта (в данной методике – лобные и височные области поверхности головы человека) просвечиваются пучком инфракрасного (ИК) излучения с помощью источника (светодиода, создающего ИК-излучение с длиной волны 940 нм, имеющее глубину проникновения в ткани организма до 4 см), которое, частично проходя через ткань и частично отражаясь от ее внутренних структур, воспринимается фотоприемниками.

Сигнал посылается путем генерации излучения со светодиода с длиной волны 940 нм с шириной полосы излучателя фотосенсора по уровню $0,5 \pm 20$ нм с суммарной импульсной мощностью ИК-излучателей одного фотосенсора не более 250 мВт. Регистрируется отраженное оптическое излучение при помощи фотодиода приемника, расположенного конструктивно в непосредственной близости (5 мм) от оптического излучателя. Сигналы с датчиков, после усиления, поступают на входы аналогово-цифрового преобразователя микроконтроллера, который с частотой дискретизации 25 Гц преобразует каждый из сигналов в цифровой код и передает в ОЗУ компьютера.

При помощи инфракрасного излучения хорошо определяются количество проходящего по сосудам гемоглобина (с кислородом и без него) и объем крови в тех или иных участках мозга. Объем крови зависит от параметров сердечно-сосудистой системы (мощности сердечного выброса, величины артериального давления, периферического сопротивления артериальной системы, упругости стенок сосудов) и отражает физиологическое состояние организма человека. Пульсации периферических сосудов, возникающие за счет прохождения пульсовой волны, вызывают колебания оптической плотности живой ткани, поэтому поток ИК-излучения, прошедший и отраженный от тканей, модулируется по амплитуде и наводит в фотоприемнике электрический сигнал, пропорциональный этому потоку. Таким образом, прибор позволяет вести неинвазивную запись.

При активации зон мозга (например, при выполнении исследуемым психофизиологических тестов или других заданий) изменяется потребление кислорода, и кровообращение в указанной зоне активизируется, таким образом, опосредованно изменяется амплитуда ИК-излучения, что регистрируется фотодатчиком. Учитывая высокую скорость регистрации сигнала, получаем динамическую картинку изменения амплитуды регистрируемого ИК-излучения во времени. Один цикл измерений кровотока, вычислений и выдачи команды занимает у системы 40 мс, поэтому можно сказать, что «она реагирует на мысли» подключенного к датчикам человека в реальном времени.

Полученный сигнал обрабатывается и калибруется с помощью персонального компьютера, в результате получаем динамическую кривую определенной формы, регистрируемую с определенного участка области головы. Программное обеспечение помогает убрать «шумы», выделить фоновые колебания кривой и специфические (связанные с выполнением тестов) динамические изменения регистрируемых данных.

Большим достижением последнего времени является то, что высокотехнологичные научные методы становятся доступны для использования в повседневной практике специалистами разнообразных направлений. При грамотном их использовании во многих областях науки открываются широкие горизонты для исследования человека и его жизнедеятельности.

Важнейшую роль в современной науке играет развитие методик, связанных с прогностическими аспектами технологий, способных оценить состояние здоровья человека на донологическом уровне.

Одной из подобных технологий является метод **«Кроуноскопии»**. Кроуноскопия относится к семейству электрографических методов, анализирующих свойства объектов с помощью использования коронных разрядов, формирующихся вокруг них в электромагнитном поле высокой напряженности.

Кроуноскопия – это метод, основанный на вызванной оптоэлектронной эмиссии. Метод создан для визуализации, оценки и коррекции энергетического, адаптационного и психофизиологического состояния человека. Кроуноскопия производится при помощи прибора «Кроуноскоп» и специально разработанных компьютерных программ.

Метод сочетает в себе две основные функции:

– визуализация и оценка энергетического состояния. Пациент получает полную информацию о физиологическом и энергетическом статусе своего организма в целом и каждого органа в отдельности. Кроме того, метод позволяет оценить состояние и сбалансированность работы энергетических центров;

– коррекция психофизиологического и энергетического состояния.

Метод кроуноскопии дает возможность пациенту корректировать свое энергетическое состояние. Это осуществляется при помощи специально созданной программы, представляет собой один из видов учебных техник, направленных на управление психофизиологическим состоянием человека посредством использования биологических сигналов, излучаемых организмом.

Метод Кроун-БОС, разработанный в Центре телеметрии и биомедицинских технологий Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича на базе кроуноскопии, используется для оценки человека своего адаптационного и психофизиологического состояния в данный момент и позволяет развивать навыки саморегуляции [6].

Метод кроуноскопии позволяет осуществлять экспресс-диагностику

состояния организма в динамике, скрининговые обследования в различных областях медицины, оценивать эффективность восстановительных и реабилитационных мероприятий.

На практике существует много методов и методик, учитывающих уровень адаптации человека, основанных на психологических (субъективных) и физических (объективных) признаках. У большинства вышеперечисленных методов исследования адаптационных возможностей организма человека имеется целый ряд существенных недостатков.

Так, у метода оценки адаптационных возможностей организма при помощи биорадиолокации имеются существенные сложности разработки алгоритмов фильтрации фоновых отражений, которые могут маскировать полезный сигнал. Наличие фоновых отражений может быть связано с регистрацией сигналов, отраженных оператором, выполняющим исследования, или другими людьми, находящимися в зоне проведения измерений. Помехи могут создавать работающие машины и механизмы, движение листвы и веток деревьев, бродячие животные и другие подвижные объекты. Все это требует создания высокочувствительных регистрационных приборов и сложных антенн с минимальными боковыми и задними лепестками диаграммы направленности, разработки методов их экранировки.

Оценка состояния организма человека методом омегаметрии позволяет фиксировать во времени изменения, происходящие в организме, давая предположительные ответы, из-за чего конкретно данные изменения в текущий момент времени произошли, а количественная оценка дифференцированных уровней активного бодрствования, определение особенностей адаптивного поведения, системных реакций и адаптационных возможностей организма к текущим психическим и физическим нагрузкам по параметрам одного из видов сверхмедленных физиологических процессов милливольтового диапазона возможны и понятны только высококвалифицированному специалисту.

Метод оппоритмографии с высокой степенью точности позволяет фиксировать изменения состояния крови человека, связанные с воздействием на организм. Данный метод перспективный, он показал свою значимость, но требует дополнительных исследований, как новая методика.

Таким образом, данные приборные методы исследования адаптационных возможностей человека достаточно сложны в техническом исполнении, требуют много времени для подготовки обслуживающего персонала, дают только статические характеристики в конкретный момент времени и самое главное – в этих методиках отсутствует возможность коррекции адаптационных резервов организма.

Исследование адаптационных возможностей организма человека мето-

дом кроуноскопии применяется более чем в 30 странах мира и является наиболее перспективным, так как по сравнению с вышеперечисленными методами имеет целый ряд преимуществ:

1. Оперативность проведения исследования. Время от начала исследования пациента до получения первоначальных результатов составляет 2–3 мин.

2. Простота метода. Прибор легок в эксплуатации и не требует сложных и трудоемких затрат в подготовке к работе и оценке результатов.

3. Оценка результатов исследований не требует узко профильного специалиста с медицинским образованием.

4. Малые сроки подготовки обслуживающего персонала.

5. Высокая информативность и воспроизводимость метода.

6. Методика позволяет не только производить контроль, но и корректировать уровень психоэмоциональной устойчивости человека.

Выводом выше сказанного может являться следующее: будущее в оценке адаптационных и психологических резервов организма человека принадлежит приборным методам, как наиболее беспристрастным и объективным, позволяющим с высокой степенью эффективности корректировать эти резервы.

Список литературы

1. Лазуткин, В. И. Методики военного профессионального психологического отбора / В. И. Лазуткин, Н. Н. Зацарный, Г. М. Зараковский. – М. : 178 Научно-практический центр Генерального штаба, 1999. – 535 с.

2. Григорьев, А. И. Концепция здоровья и космическая медицина / А. И. Григорьев, Р. М. Баевский. – М. : Фирма «Слово», 2007. – 208 с.

3. Бугаев, А. С. Обнаружение и дистанционная диагностика людей за препятствиями с помощью РЛС / А. С. Бугаев, И. А. Васильев, С. И. Ивашов, В. В. Разевиг, А. П. Шейко // Радиотехника. – № 7. – 2003. – С. 42–47.

4. Жаров, М. А. Омегаметрия как метод диагностики и оценки компенсаторно – приспособительных реакций при роже / М. А. Жаров, М. И. Горницина, С. В. Долинный // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 2 – С. 91–92.

5. Илюхина, В. А. Сверхмедленные физиологические процессы и межсистемное взаимодействие в организме / В. А. Илюхина, З. Г. Хабаева, Л. И. Никитина. – Л. : Наука, 1986. – 186 с.

6. Крыжановский, Э. В. Основы кроуноскопии. Анализ энергетических и адаптационных резервов организма / Э. В. Крыжановский. – СПб. : Политехника, 2008. – С. 7–9.

7. Крыжановский, Э. В. Применение методики биологической обратной связи, основанной на регистрации свечения кожного покрова в электромагнитном поле высокого напряжения для изменения психофизиологического состояния человека / Э. В. Крыжановский, К. Б. Турсунова, А. Г. Григорян, Д. А. Дроздов // Медицинская физика. – 2009. – № 3 (43). – С. 56–63.

С. А. Панов

ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЖГУТИКОВ

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова

E-mail: panov_stanislav@mail.ru

Методом прижизненной телевизионной микроскопии высокого разрешения мы изучали двигательную активность обонятельных жгутиков (ОЖ) лягушек (вида *Rana temporaria*). Для этого готовили препараты тонких срезов обонятельной выстилки (ОВ), которые помещали под объектив микроскопа. ОВ стимулировали одорантами, внося их под покровное стекло, и регистрировали реакцию обонятельных жгутиков. В нашей работе исследовались реакции на 6 одорантов (амиловый спирт, ванилин, камфора, цинеол, сероводород, аммиак), которые по механизму трансдукции принадлежат к разным группам пахучих веществ (Е. В. Бигдай, 2004). По результатам данной обработки мы строили траектории движения кончика обонятельного жгутика в плоскости, перпендикулярной этому движению (наподобие фигур Лиссажу), отображающие перемещения дистального отдела обонятельного жгутика лягушки до и после воздействия одоранта. Кроме того, вычисляли изменения энтропии, строили гармонические спектры. Для этого в лаборатории были разработаны оригинальные программы.

При визуальном анализе видеоизображений, полученных посредством прижизненной телевизионной микроскопии ОВ лягушек ($n=140$), мы обнаружили, что ОЖ без воздействия на них пахучих раздражителей находятся в непрерывном движении, совершая неупорядоченные асинхронные, рыскающие движения. При этом их дистальный участок не способен двигаться активно, за счет взаимодействия сократительных белков. Он пассивно следует за проксимальным отделом и может закручиваться в петли. Подобные перемещения дистального конца напоминают движения «хлыста в руках погонщика» – двигатель сосредоточен в его основании, а дистальный конец двигается пассивно за проксимальной частью ОЖ. Однако периодически ОЖ совершают движения, напоминающие «пилотные» псевдоподии или филоподии у мигрирующих клеток. ОЖ застывает на некоторое время в определенном направлении, вытягивается в струну, а после этого замирания возвращается в исходное состояние. Для объективной характеристики

двигательной активности ОЖ вне действия одорантов мы определяли их частотный спектр, согласно которому ОЖ совершают движения в области низких частот. При этом частота колебаний дистального отдела составляла 1, 250, 30 Гц.

Под действием амилового спирта ($n=27$) дистальный конец жгутика начинал активно вытягиваться. Во всех опытах эта реакция была направленной: ОЖ двигался в сторону источника одоранта и застывал на некоторое время в этом положении, затем возвращался в исходное состояние и снова вытягивался, останавливаясь в направлении источника запаха, повторяя такой характер движения на протяжении действия одоранта. Сходные изменения в подвижности ОЖ при визуальном анализе также были отмечены и под действием ванилина ($n=15$).

Построение траектории движения кончика ОЖ в плоскости, перпендикулярной направлению движения жгутика (наподобие фигур Лиссажу), без действия и при стимуляции ОВ амиловым спиртом и ванилином показало, что под действием этих одорантов дистальный отдел ОЖ лягушки смещается в другую область пространства, которая при этом занимает меньшую площадь. Направление этого сдвига соответствует градиенту концентрации одоранта. В гармоническом спектре сложных колебаний ОЖ под действием одорантов возрастает доля низких частот и происходит сужение спектра. Частота, с которой колеблются ОЖ на фоне одорантов в 100% опытов достоверно снижались на $27,51 \pm 2,78\%$ ($P < 0,05$) под действием амилового спирта и на $70,5\% \pm 11,7\%$ ($P < 0,05$) под действием ванилина, а исследование энтропии в 100% опытов показало достоверное ее уменьшение на $8,75 \pm 6,41\%$ ($P < 0,04$) под действием амилового спирта и на $40,0 \pm 5,2\%$ ($P < 0,05$) в ответ на ванилин. Таким образом, как визуальный анализ, так и показатели объективной оценки подвижности ОЖ свидетельствуют об инициации одорантами перехода из неупорядоченной к упорядоченной двигательной активности ОЖ. Характер упорядочения подвижности под действием двух одорантов позволяет их объединить в одну группу.

Реакции ОЖ лягушки на камфору ($n=17$) и цинеол ($n=15$) при визуальном анализе отличались реакцией на предыдущие одоранты: они становились более подвижными. В двигательной активности ОЖ при действии камфоры были интересные особенности: сначала жгутик вытягивался по направлению к источнику запаха, замирал в этом положении, а затем совершал резкий поворот в противоположном направлении, вследствие чего кончик жгутика достигал поверхности ОВ и снова вытягивался в градиенте концентрации камфоры. Но все же ОЖ сохраняли направленное в градиенте концентрации движение, свидетельствующее об упорядочении. Сходные изменения движения ОЖ происходили под действием цинеола. При построении траектории движения кончика обонятельного жгутика в плоскости перпендикулярной направлению движения жгутика (наподобие фигур

Лиссажу) без действия и при стимуляции ОВ одорантами показало, что под действием как камфоры, так и цинеола дистальный отдел ОЖ лягушки совершает свои движения в области меньшей площади пространства. Эта разница особенно заметна при перемещении его по оси «Х». Кроме того, эта область смещена в сторону источника запаха, что подтверждает данные визуального анализа.

При построении гармонических спектров сложных колебаний ОЖ лягушек мы обнаружили, что в ответ на камфору и цинеол гармонический спектр расширяется и доля высоких частот в этом спектре увеличивается. Вычисляя частоту, с которой двигаются ОЖ, нами было установлено, что в 70% опытов под действием камфоры происходило достоверное ($P < 0,05$) увеличение частоты на $65 \pm 7,8\%$. Под действием цинеола частота с которой двигался ОЖ в 82% опытов достоверно ($P < 0,05$) повышалась на $26,0 \pm 6,3\%$. Расчеты энтропии показали, что в ответ на действие одорантов происходило достоверное ($P < 0,05$) её повышение на $40 \pm 5,2\%$ для камфоры и снижение на $8,6 \pm 1,2\%$ для цинеола. Таким образом, влияние камфоры и цинеола на двигательную активность ОЖ отличаются от амилового спирта и ванилина. Однако корреляция результатов анализа двух одорантов позволяет их объединить в одну группу. Визуальный анализ и траектории наподобие фигур Лиссажу, отображающие перемещения ОЖ, свидетельствуют об упорядочении движений, инициируемых этими одорантами. Однако увеличение энтропии и возрастание частоты с которой двигался кончик жгутика говорят об увеличении неупорядоченности в двигательной активности ОЖ.

При визуальном анализе под действием аммиака ($n=15$) и сероводорода ($n=15$) ОЖ начинали двигаться быстрее, хаотичнее, метаться в разные стороны. При этом, если до стимуляции дистальная часть ОЖ двигалась пассивно, за проксимальной частью, то на фоне одорантов жгутик по своей длине начинал змееобразно извиваться. ОЖ двигался заметно чаще, и эта частота увеличивалась на протяжении действий стимулами. Затем жгутик переставал колебаться, он вытягивался и начинал дрожать. Визуальный анализ не выявил смещения направления его движения в пространстве в градиенте концентрации аммиака и сероводорода.

Построение траектории движения кончика ОЖ в плоскости, перпендикулярной направлению движения жгутика (наподобие фигур Лиссажу), без действия и при стимуляции ОВ аммиаком и сероводородом выявил, что только небольшой участок траектории выходит за пределы области расположения траекторий в сторону от каждого из одорантов. При построении гармонических спектров сложных колебаний ОЖ лягушек мы обнаружили, что в ответ на аммиак гармонический спектр суживается и доля высоких частот в этом спектре увеличивается, а в ответ на сероводород гармонический спектр, наоборот, расширяется. При определении частоты с которой двигался ОЖ было установлено, что в 100% опытов под действием аммиака происходило достоверное ($P < 0,05$) возрастание частоты на $35,2 \pm 2,8\%$,

тогда как под действием сероводорода в 75% опытов частота достоверно ($P < 0,05$) возрастала на $13,0 \pm 3,2\%$, а в 25% случаев снижалась на $68,3 \pm 3,1\%$ ($P < 0,05$). Расчеты энтропии показали, что под действием аммиака она достоверно ($P < 0,05$) уменьшалась на $15,1 \pm 2,2\%$, а в ответ на действие сероводорода понижается на $25,0 \pm 1,3\%$ ($P < 0,05$). Следовательно, двигательная активность ОЖ лягушки под действием аммиака и сероводорода упорядочивается. Характер этого упорядочения на фоне воздействия данных одорантов позволяет их отнести к одной группе, так как у них критерии упорядочения сходны и отличаются от других, ранее описанных, одорантов.

Таким образом, двигательная активность ОЖ лягушек упорядочивается под действием прогорклого, цветочного, камфорного и эвкалиптового ароматов, а также при стимуляции ОВ лягушек веществами, обладающими гнилостным и острым запахами. На основе полученных данных можно говорить о гетерогенности (В. О. Самойлов, 1983) двигательной активности ОЖ в ответ на действие одорантов различных типов. При этом одоранты можно разделить на группы по 2 пахучих вещества в каждой из них. Первую группу составляют амиловый спирт и ванилин. В градиенте концентрации данных веществ сложные колебания ОЖ характеризуются расширением гармонического спектра, снижением частоты, с которой двигается ОЖ и энтропии. Ко второй группе относятся камфора и цинеол. В градиенте концентрации этих веществ происходит смещение траектории движения дистального участка жгутика в сторону одоранта, повышение частоты с которой двигался ОЖ и снижение энтропии. Сероводород и аммиак – одоранты третьей группы. В градиенте концентрации они смещают область движений ОЖ в противоположном направлении относительно направлению перемещения одорантов.

Список литературы

1. Бигдай, Е. В. Гетерогенность молекулярных механизмов рецепции / Е. В. Бигдай // Рос. Физиол. Журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 6. – С. 790–800.
2. Самойлов, В. О. Гетерогенность хемосенсорных систем / В. О. Самойлов. – Л. : Наука, 1983. – 224 с.

К. В. Квашневa

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА ПРИ СОВМЕЩЕНИИ УЧЕБНОЙ И ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В последние годы в качестве наиболее оптимальной методологии охраны здоровья, в соответствии со стратегией ВОЗ, рассматривается мониторинг функциональных резервов, донозологическая диагностика на ран-

них стадиях развития адаптационного синдрома и своевременная коррекция функционального состояния.

Высокую значимость оздоровительных и профилактических программ определяет тот факт, что в последнее десятилетие прогрессируют социально-зависимые и профессионально обусловленные изменения здоровья населения (дезадаптивные синдромы, социально-экологическое утомление и переутомление, стрессогенные заболевания) [8]. Одним из эффективных путей выхода из сложившейся ситуации является, во-первых, увеличение потенциала здоровья здоровых лиц, во вторых, возвращение здоровья больным вне стадии обострения, лицам, находящимся в состоянии предболезни, за счет системы оценки и управления функциональными резервами человека.

К настоящему времени значительно изменился подход к пониманию состояний здоровья и болезни, большое внимание уделяется исследованию донозологических, пограничных состояний, увеличилось количество работ, посвященных изучению адаптационных возможностей человека и механизмам индивидуальной стрессорной устойчивости у здоровых и больных людей [1, 6].

Как известно, деятельность центрального надсегментарного аппарата вегетативной нервной системы (ВНС) направлена на регуляцию жизненно важных функций организма для поддержания гомеостаза, обеспечения физической и психической деятельности организма, что повышает его адаптивные возможности [9].

Необходимость выделения критериев оценки уровней здоровья, основанных на понимании физиологических механизмов, лежащих в основе стрессорной устойчивости на системном и межсистемном уровнях, привела к разработке комплексного подхода для оценки функционального состояния человека [3]. Сущность данного подхода состояла в получении максимально полной информации об особенностях состояния основных регуляторных и гомеостатических систем, внутрисистемных взаимоотношений и интеграции межсистемных взаимодействий у лиц с разной толерантностью к транзиторной гиперкапнии и гипоксии, что является физиологической основой различия функциональных состояний и стрессорной устойчивости у здоровых и больных людей. Типы снижения кислородзависимого энергетического потенциала определялись по длительности произвольного порогового апноэ при пробе Штанге, что характеризовало нарушение толерантности к транзиторной гиперкапнии и гипоксии.

Результаты фундаментальных исследований в области психофизиологии нормальных и патологических состояний человек раскрыли базисную роль одного из видов сверхмедленных биопотенциалов – устойчивого потенциала милливольтового диапазона (омега-потенциала), регистрируемого в головном мозгу и немозговых образованиях, в механизмах регуляции уровня бодрствования, внимания, памяти, эмоций, и других видов приспособительного поведения человека [2–5]. Доказано значение омега-

потенциала в отведении вертекс-тенар в качестве интегрального показателя, отражающего меру координированности механизмов нейрогуморального межорганного и межсистемного взаимодействия при ведущей регулирующей роли центральной и вегетативной нервной системы.

Одним из ведущих факторов снижения компенсаторно-приспособительных возможностей человека на донологическом уровне является снижение кислородзависимого энергетического потенциала.

Современные методы и подходы к изучению механизмов кислородзависимого энергетического потенциала включают в себя исследование различных биохимических показателей. Биохимические изменения являются основными источниками данных в исследованиях на животных. В исследовании И.Б. Заболотских при нормировании признаков энергодефицитных состояний у больных и здоровых лиц по системным показателям вегетативного гомеостаза (ИН), гемодинамики (ЧСС, САД, УИ, УПСС, СИ, МОК, ДВД), периферической оксигенации ($t\text{cрO}_2$, $t\text{cHbO}_2$), кислотно-основного гомеостаза ($p\text{CO}_2$, ВЕ, рН), энергетического гомеостаза (ДК, глюкоза), углеводного, белкового и электролитного обмена, показателями активности общих неспецифических адаптационных реакций организма по морфологическим изменениям и интегральным показателям состояния крови (лейкоциты, лимфоциты, ВСК, АФК) была доказана правомерность использования толерантности к транзиторной гипоксии и гиперкапнии (оцениваемой по продолжительности произвольного порогового апноэ) в качестве маркера различных типов энергодефицитных состояний.

Результаты исследований И. Б. Заболотских [4] открыли возможность использования параметров СМБП в отведении вертекс-тенар для дифференцирования разных уровней оперативного покоя и активного бодрствования человека в состояниях здоровья и болезни, а также оказались важными в плане выявления физиологических основ различий стрессорной устойчивости организма при нормальных и патологических состояниях. Кроме того, были выявлены индивидуально-типологические особенности системного обеспечения состояния покоя и компенсаторно-приспособительных реакций организма в условиях выполнения индивидуально-субмаксимальной двухступенчатой физической нагрузки, вплоть до отказа, у здоровых людей в возрасте 17–25 лет, толерантных к этой нагрузке, и быстроутомляемых лиц [3–5].

Целью настоящей работы явилось использование системно-интегративного психофизиологического подхода для оценки особенностей состояния основных регуляторных и гомеостатических систем головного мозга у здоровых лиц молодого возраста при совмещении учебной и трудовой деятельности.

МЕТОДИКА

Материалы и методы исследования. Общая характеристика обследованных лиц. Обследовано 46 лиц мужского пола, студентов 2–3 курса

дневного отделения высшего технического учебного заведения в возрасте 19–23 лет. Все обследуемые совмещали обучение и работу по совместительству в вечернее время. Средний возраст испытуемых составил 19,5 лет. Все обследованные лица проходили обучение на кафедре военной подготовки и были признаны медицинской комиссией практически здоровыми.

В соответствии с Международной хельсинкской декларацией (1964), испытуемые были информированы об условиях проведения эксперимента и письменно удостоверяли свое добровольное участие в нем.

Исследовалось состояние студентов во время проведения учебных занятий в дневное время. Обследование выполнялось в комфортных условиях (удобное кресло, при нормальном освещении, температуре и аэрации помещения) в изолированном помещении. Перед началом обследования испытуемому давали инструкцию о поведении во время исследования.

В работе использована одна из модификаций **системного интегративного психофизиологического подхода**, который включал: *психологические методы* исследования эмоционального состояния и мотивации к активной деятельности (тест Люшера).

Оценка состояния лимбико-ретикулярных механизмов, участвующих в организации эмоций и мотивации проводилась в начале обследования, после проведения анкетирования. Для динамического контроля психоэмоционального состояния студентов был использован невербальный тест Люшера (в баллах). При этом рассчитывали: индекс тревоги (ИТ), отражающий меру напряженности внутриличностных конфликтов; показатель суммарного отклонения от аутогенной нормы (СО), который рассматривается как индикатор психического благополучия (эмоциональный фон, настроение); вегетативный коэффициент (ВК), используемый для оценки энергетической составляющей мотивации пациента к активной деятельности или минимизации усилий при выполнении деятельности [7].

Физиологические методы включали оценку:

1) кислородзависимого энергетического потенциала. Использовалась проба Штанге (длительность произвольного порогового апноэ). Исследованиями Заболотских И. Б.[2] предоставлено физиологическое обоснование валидности этого показателя для оценки состояния нейрогуморальных и гомеостатических механизмов кислородзависимого энергообеспечения тканей и органов здорового и больного человека;

2) состояния корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции уровня бодрствования. Определение уровня активного бодрствования (УАБ) методом омегаметрии;

3) оценку вегетативного обеспечения УАБ по показателям вегетативного гомеостаза (вегетативный индекс Кердо), с учетом вегетативного обеспечения взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной систем (коэффициента Хильдебранта);

4) оценку гемодинамического обеспечения УАБ по показателям системной и центральной гемодинамики (АД, ЧСС, МОК) и внешнего дыхания (ЧД).

Оценка вегетативного и гемодинамического обеспечения психоэмоционального состояния и уровня бодрствования проводилась на основе измерения величины артериального давления, частоты сердечных сокращений и частоты дыхания. Измерение артериального давления производилось на правой руке тонометром, по Короткову, частота сердечных сокращений и частота дыхания – пальпаторно и визуально. Все значения фиксировали в протоколе, после чего высчитывались интегральные расчетные показатели: 1) вегетативный индекс Кердо ($ВИК = (1 - \text{АД}_{\text{диас}} / \text{ЧСС}) \cdot 100$), позволяющий оценить вегетативный тонус; 2) коэффициент Хильдебранта ($КХ = \text{ЧСС} / \text{ЧД}$), оценивающий вегетативное обеспечение взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной систем; 3) минутный объем кровообращения ($\text{МОК} = \text{АД}_{\text{ред.}} \cdot \text{ЧСС}$).

Оценка уровня бодрствования проводилась на основе методики омега-гамметрии, которая предусматривает дискретную или непрерывную регистрацию устойчивого потенциала (УП) милливольтового диапазона (омега-потенциал – частотная полоса от 0 до 0,05 Гц) в отведении вертекс-тенар в покое и при функциональных нагрузках [3–5].

Для измерения омега-потенциала использовали усилитель постоянного тока (УПТ) с большим входным сопротивлением ($R_{\text{вх}} = 100 \text{ МОм}$) и стандартные жидкостные неполяризуемые хлорсеребряные электроды типа ЭВЛ-1-МЗ. В работе использован отвечающий техническим требованиям и наиболее удобный для клинической практики портативный малогабаритный усилитель постоянного тока изготовления Краснодарского НПО «ЗИП» Минприбор России с автономным питанием от батареи 7Д-0, 115-У1.1, что обеспечивало безартефактную регистрацию устойчивого потенциала милливольтового диапазона с поверхности головы. При дискретной регистрации значения омега-потенциала измерялись и фиксировались в протоколе каждые 50–60 с. Общее время исследования – 9–10 мин.

В число основных параметров уровня бодрствования по показателям омега-потенциала входят:

– начальные значения омега-потенциала (ОПн), измеренные у обследуемого сразу после того, как он сел в кресло, которые позволяют судить об исходном уровне активации (уровне активного бодрствования – УАБ) обследуемого лица;

– значения омега-потенциала после выхода на плато (ОПплато), которые позволяют судить об уровне оперативного покоя (УОП). По результатам многочисленных исследований установлено, что УОП характеризует компенсаторно-приспособительные возможности организма, продуктивность познавательной деятельности и обучаемость, а также неспецифическую резистентность организма к стрессорным воздействиям [2–5].

Оценка кислородзависимого энергетического потенциала, характеризующего состояние механизмов регуляции кислородзависимых систем энергообеспечения – одного из ведущих компонентов стресс-реализующих систем организма, проводилась в самом конце психофизиологического обследования и определялась на основе пробы Штанге по интегральному параметру устойчивости к транзиторной гипоксии – длительности произвольного порогового апноэ [2–4].

При обнаружении длительности произвольного порогового апноэ (ППА) при пробе Штанге *до 30 с констатируют низкую устойчивость к транзиторной гипоксии (ТГ)*, что является диагностическим маркером субстратно-ферментативного гипозергоза; при длительности ППА до 55 с – *умеренно сниженную устойчивость к ТГ*, что определяет кислородзависимый энергодефицит, преимущественно вследствие врожденного или приобретенного гипокинетического типа кровообращения; при длительности ППА от 56 до 90 с констатируют *высокую устойчивость к ТГ* (вариант нормы, при сбалансированности центральных и периферических звеньев систем регуляции кислородзависимого энергетического обеспечения тканей и органов); при длительности ППА более 91–95 с определяют чрезмерно высокую устойчивость к ТГ [2].

Результаты исследования и их обсуждение. При обобщении результатов комплексного психофизиологического обследования 46 лиц молодого возраста по параметру устойчивости к транзиторной гипоксии нарушения регуляции кислородзависимых систем энергообеспечения диагностированы у 55,3% (26 чел.). Из них у 88,5% (первая группа – 23 чел.) преобладал кислородзависимый энергодефицит преимущественно за счет нарушений регуляции гемодинамики (ППА $43,09 \pm 6,09$ с), и у 11,5% (вторая группа – 3 чел.) выявлен кислородзависимый гипозергоз, обусловленный нарушением механизмов регуляции тканевого дыхания (ППА $25,67 \pm 3,78$ с). По данным омегаметрии у большинства студентов этих групп наблюдалось снижение уровня активного бодрствования (56,17 и 100% соответственно), что свидетельствует о быстрой физической и психической утомляемости при ареактивности механизмов, обеспечивающих переход из состояния активного бодрствования в состояние оперативного покоя. Напряжение надсегментарных механизмов регуляции вегетативного тонуса подтверждалось обнаружением преобладающей регуляции по симпато-адреналовому типу у студентов первой группы и по вагоинсулярному типу во второй.

Был проведен более глубокий анализ группы лиц с сохранными механизмами регуляции кислородзависимых систем энергообеспечения. Для этого на втором этапе исследования было выделено 20 испытуемых (42,6% всех обследованных), у которых был выявлен высокий кислородзависимый энергетический потенциал (ППА $70,85 \pm 9,92$), что свидетельствует о сбалансированности центральных и периферических звеньев систем регуляции кислородзависимого энергетического обеспечения тканей и органов.

При анализе психоэмоционального состояния (тест Люшера) этой группы студентов было выделено три подгруппы по показателю суммарно-

го отклонения от аутогенной нормы (СО), который рассматривается как индикатор психического благополучия (эмоциональный фон, настроение). Первая подгруппа (3 чел.) характеризовалась преобладанием положительных эмоций, вторая (9 чел.) – нормальным эмоциональным состоянием, третья (8 чел.) – преобладанием отрицательных эмоций.

Таблица 1

Межгрупповые особенности эмоционального состояния
и психологической установки на активную деятельность по показателям
СО, ИТ и ВК в тесте Люшера

Исследуемые параметры	I n=3 (M+m)	II n=9 (M+m)	III n=8 (M+m)
СО (баллы)			
Окраска ЭМ (+) (до 12)	9,33±2,31	-	-
Средний уровень ЭМН (14–18)	-	15,2±1,72	-
Окраска ЭМ (-) (больше 20)	-	-	25,3±4,13
ИТ (баллы)			
Высокий (более 6)	-	7 (11,1%)	8,75±0,5 (50%)
Повышен (4–6)	-	-	4 (25%)
Низкий (0–3)	0	1,38±1,19 (88,9%)	3 (25%)
ВК (баллы)			
Перевозбуждение (более 1,5)	-	1,6±0,05 (22,2%)	-
Установка на активную деятельность (1,0–1,5)	1,27±0,11	1 (22,2%)	-
Установка на минимизацию усилий (менее 1,0)	-	0,7±0,09 (55,6%)	0,6±0,22

При этом индекс тревоги (ИТ), отражающий меру напряженности внутриличностных конфликтов, был оптимальным в первой и второй подгруппах (100 и 89% соответственно) и повышенным (25%) и высоким (50%) у лиц третьей подгруппы. Вегетативный коэффициент (ВК), используемый для оценки энергетической составляющей мотивации пациента к активной деятельности или минимизации усилий при выполнении деятельности, показал наличие установки на активную деятельность у лиц первой подгруппы (100%), установки на минимизацию усилий в третьей подгруппе (100%) и во второй подгруппе (55,6%). Во второй подгруппе также было выявлено по 22% лиц с установкой на активную деятельность и в состоянии перевозбуждения.

По параметру ОПн у всех лиц (100%) первой подгруппы и 37,5% лиц третьей подгруппы выявлен оптимальный уровень бодрствования, снижение уровня бодрствования выявлено у 100% лиц второй подгруппы и 62,5% лиц третьей подгруппы.

В качестве одного из интегральных параметров вегетативного тонуса был использован вегетативный индекс Кердо (ВИК). Положительное значение ВИК (более 3) выявлено у преобладающего большинства обследованных в каждой из трех подгрупп (66,7% в первой, 77,8% во второй и 75% об-

следованных в третьей подгруппе), что свидетельствует о преобладании симпатических влияний. При этом повышение МОК относительно нормы, что у здоровых лиц отражает повышение симпатического тонуса, выявлено у преобладающего большинства лиц только в третьей подгруппе (75%). При этом коэффициент Хильдебранта (КХ) у 62,5% лиц третьей подгруппы сохранялся в пределах нормы (2,8–4,9), что свидетельствует о нормальных межсистемных соотношениях. В первой и второй подгруппах МОК оставался в пределах нормы (у 100% и 77,8% лиц соответственно), но изменения КХ показали рассогласование вегетативного обеспечения взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Таблица 2

Межгрупповые особенности регуляции уровня бодрствования, его вегетативного и гемодинамического обеспечения

Исследуемые параметры	I n=3 (M±m)	II n=9 (M±m)	III n=8 (M±m)
I. Кислородзависимый энергетический потенциал			
Длительность ППА (с)			
Оптимальная	75,7±8,08	68,2±12	72±12
II. Корково-стволовые и лимбико-ретикулярные механизмы регуляции уровня бодрствования (УБ)			
УАБ (ОПн, мВ)			
Высокий	-	-	-
Оптимальный	-49,3±4,16	-	-44,7±2,08 (37,5%)
Умеренно снижен	-	-32,2±5,6	-29,2±6,68 (62,5%)
Низкий	-	-	-
III. Надсегментарные механизмы вегетативного и гемодинамического обеспечения УБ			
ВИК			
Симпатикотония	10,5±6,36 (67,3%)	18,1±8,03 (77,8%)	21,4±10,6 (75%)
Норма (от -3 до 3)	1 (33,3%)	3 (11,1%)	1 (25%)
Ваготония	-	-7,1 (11,1%)	-
МОК			
Высокий	-	5,2±0,42 (22,2%)	5,4±1 (75%)
Норма (3,2–4,4 л/мин)	3,5±0,3	3,76±0,45 (77,8%)	3,8 (25%)
КХ			
Высокий	-	5,83±0,68 (66,7%)	7,3±0,14 (25%)
Норма (3,4–4,9)	3,9 (33,3%)	4,1 (11,1%)	4,24±0,43 (62,5%)
Низкий	2,95±0,21(66,7%)	2,8±0,42 (22,2%)	2,8 (12,5%)

Выводы. По результатам психофизиологической диагностики функционального состояния выявлено снижение кислородзависимого энергообеспечения организма у преимущественного большинства обследованных студентов (55,3%) при нарушении регуляторных и гомеостатических систем головного мозга, имеющем отражение в быстрой физической и психической утомляемости.

Более глубокий сравнительный анализ интегральных показателей уровня бодрствования, его вегетативного и энергетического обеспечения позволил дифференцировать особенности адаптационных и компенсаторно-приспособительных реакций организма у обследованных здоровых лиц молодого возраста с высоким кислородзависимым энергетическим потенциалом при совмещении учебной и трудовой деятельности.

1. Первую подгруппу (15%) составили здоровые лица молодого возраста с преобладанием положительных эмоций, установкой на активную деятельность и оптимальным индексом тревоги, проявлением адекватных адаптационных реакций, в виде компенсаторной симпатикотонии, напряжения механизмов регуляции взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной систем (снижение КХ), при сохранности оптимального уровня активного бодрствования.

2. Обследуемые второй подгруппы (45%) имели нормальное эмоциональное состояние, низкий индекс тревоги, с преобладанием установки на минимизацию усилий (55%) и перевозбуждение (22%), с умеренным снижением уровня активного бодрствования и напряжением корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции его вегетативного обеспечения с повышением симпатического тонуса при рассогласовании взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В то же время у обследованных лиц второй подгруппы обнаружена сбалансированность функции лимбической системы (нормальный психоэмоциональный фон). Таким образом, можно предположить, что ведущая роль в дисрегуляции базовых физиологических процессов принадлежит корково-стволовым структурам.

3. Обследуемые третьей подгруппы (40%) находились в состоянии выраженного психоэмоционального стресса с преобладанием отрицательных эмоций, высоким индексом тревоги, установкой на минимизацию усилий, преимущественным снижением уровня активного бодрствования в условиях доминирования регуляции вегетативного тонуса по симпатoadреналовому типу, с умеренно выраженным гипердинамическим типом кровообращения, при сохранении нормальных межсистемных соотношений. Данный процесс является следствием нарушения механизмов регуля-

ции со стороны подкорковых структур головного мозга, в частности лимбической системы, которая регулирует мотивации и эмоции, а также функции гипоталамуса, отвечающего за вегетативное и гемодинамическое обеспечение. Таким образом, можно характеризовать данную однородную группу обследуемых как лиц, находящихся в состоянии психоэмоционального напряжения (стресса), при сохранных механизмах регуляции кислородзависимых систем энергообеспечения, но с выраженным нарушением преимущественно лимбико-ретикулярных механизмов регуляции уровня бодрствования.

Список литературы:

1. *Баевский, Р. М.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997.

2. *Заболотских, И. Б.* Физиологические основы различий функциональных состояний у здоровых и больных лиц с разной толерантностью к гиперкапнии и гипоксии. Автореф. дисс... докт. мед. наук / И. Б. Заболотских. – СПб. : – 1993.

3. *Илюхина, В. А.* Физиологические основы различий устойчивости организма к субмаксимальной физической нагрузке до отказа у здоровых лиц молодого возраста / В. А. Илюхина, И. Б. Заболотских // Физиология человека. – 2000.– Т. 26, № 3. – С. 121–128.

4. Илюхина В.А. Энергодефицитные состояния здорового и больного человека / Илюхина В.А., Заболотских И.Б. // – СПб. : Печатник. – 1993.

5. *Илюхина, В. А.* Мозг человека в механизмах информационно-управляющих взаимодействий организма и среды обитания (к 20-летию Лаборатории физиологии состояний) / В. А. Илюхина. – СПб. : Институт мозга человека РАН, 2004.

6. *Медведев, В. И.* Адаптация человека / В. И. Медведев. – СПб. : Институт мозга человека РАН, 2003.

7. *Тимофеев, В. И.* Краткое руководство практическому психологу по использованию цветового теста Люшера / В. И. Тимофеев, Ю. И. Филимоненко. – СПб. : ГП «Иматон», 2001. – 32 с.

8. *Казначеев, В.П.* Адаптация и конституция человека / В. П. Казначеев, С. В. Казначеев. – Новосибирск, 1986. – 120 с.

9. *Катин, А. Я.* Основные вегетативные симптомы и синдромы в терапевтической и психоневрологической практике / А. Я. Катин, М. А. Катина, Т. М. Шаппо. – СПб. : Изд-во ДЕАН, 2004. –160 с.

*А. А. Меклер¹, Д. Р. Швариц², С. П. Романов³,
З. А. Алексанян⁴, Ю. А. Куперин⁵*

**ВЫДЕЛЕНИЕ УЧАСТКОВ СПЕКТРОВ ТЕНЗОТРЕМОРОГРАММ
ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ
САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ КАРТ КОХОНЕНА**

*¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

²Санкт-Петербургский политехнический университет

³Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН

⁴Институт мозга человека РАН

⁵Санкт-Петербургский государственный университет

E-mail: mekler@yandex.ru

В настоящей работе решается задача построения системы автоматической диагностики расстройств моторной системы человека (паркинсонизм, эссенциальный тремор, синдром Паркинсона при органических поражениях головного мозга и интоксикациях и пр.). Для решения такого рода задач в мировой практике широко применяются методы искусственного интеллекта. В качестве первичных данных для анализа был использован тремор изодинамического усилия [1]. Для регистрации сигнала использовался тензодатчик, на который испытуемый давил пальцами рук в течение некоторого времени с постоянным усилием. Сигнал на выходе тензодатчика (тензотрёморограмма, ТТГ) использовался для дальнейшего анализа [2]. После некоторой предобработки были получены спектральные характеристики сигнала. Стояла задача поиска участка спектра Фурье, при использовании которого классификация осуществлялась бы наиболее качественно.

Проблема выбора числовых характеристик объектов, пользуясь которыми можно было бы осуществлять надежную нейросетевую классификацию, возникает в таких случаях довольно часто. Если исследуемые характеристики обладают нормальными статистическими распределениями, решение не представляет труда – достаточно провести обычный статистический анализ. Однако если распределения сильно отличаются от нормальных, или даже мультимодальные, такой подход невозможен. В таких случаях для получения удачного набора характеристик, формирующих обучающие векторы, необходимо вводить какой-нибудь критерий, позволяющий сравнивать различные наборы переменных в обучающем векторе. Чаще всего для этого используют проверку качества классификации на внешней выборке. Однако в некоторых исследованиях объемы экспериментальных выборок слишком малы, для того чтобы можно было разбивать их на две части и получать сколько-нибудь значимую статистику для этой цели. В то же время для продолжения исследований желательно сокращать число из-

меряемых параметров, подбирая такие, использование которых будет давать хорошее качество классификации.

Для получения означенного критерия мы использовали самоорганизующиеся карты Кохонена (СОК). Мы исходили из тех соображений, что хорошая кластеризация данных на СОК свидетельствует о том, что использованные векторы могут быть успешно классифицированы обучаемыми нейронными сетями. В [3] показана эффективность анализа данных с заранее не известной структурой. СОК позволяет работать с кластерами нелинейной структуры, что хорошо изучено и показано в [4] на задачах FCPS – Fundamental clustering problem suite. При этом для того чтобы оценить качество кластеризации данных на СОК не требуется внешняя выборка.

Введя оценку качества кластеризации данных на СОК, мы могли бы подбирать компоненты векторов признаков таким образом, что впоследствии была бы возможна уверенная классификация изучаемых объектов другими методами искусственного интеллекта (перцептрон и пр.). В рамках настоящего исследования рассматривается случай, когда мы имеем дело с двумя классами объектов.

Предлагаемая нами оценка основана на вычислении соотношения топологических расстояний на СОК:

$$b_T = \frac{\sum_{i \in M} \sum_{j \in M, j \neq i} Dist(x_i, x_j) + \sum_{i \in L} \sum_{j \in L, j \neq i} Dist(x_i, x_j)}{\sum_{i \in L, M} \sum_{j \in L, M, j \neq i} Dist(x_j, x_i)}, \quad (1)$$

где $Dist(x, y)$ – топологическое расстояние на карте между двумя нейронами-победителями (НП); M – множество данных, принадлежащих к классу А; L – множество данных, принадлежащих к классу В. Таким образом, мы сравниваем расстояния между НП, принадлежащими одному классу (числитель), и расстояния между НП, принадлежащими разным классам (знаменатель).

Коэффициент b_T является оценкой качества разбиения кластеров на два класса. Действительно, в случае если кластеризация на карте плохая, то НП, соответствующие векторам из обеих групп, расположены на карте вперемешку. При этом топологические расстояния между парами НП, относящихся к одному классу, и парами НП, относящихся к разным классам, примерно одинаковы и b_T принимает максимальные значения. Если же кластеризация хорошая, то расстояния между нейронами из одного класса меньше, чем между нейронами из разных классов, и указанное соотношение принимает меньшие значения, чем в случае плохой кластеризации. Таким образом, мы можем выбирать переменные для составления векторов так, чтобы b_T была по возможности меньше.

При поиске участков спектров ТТГ, наиболее подходящих для класси-

фикации, было выбрано окно шириной пол-октавы, которое двигалось по спектру с шагом четверть октавы. При этом каждый раз вычислялась величина α_T . На рис. 1 приведена зависимость α_T от положения окна (по оси абсцисс откладываются значения его нижней частоты).

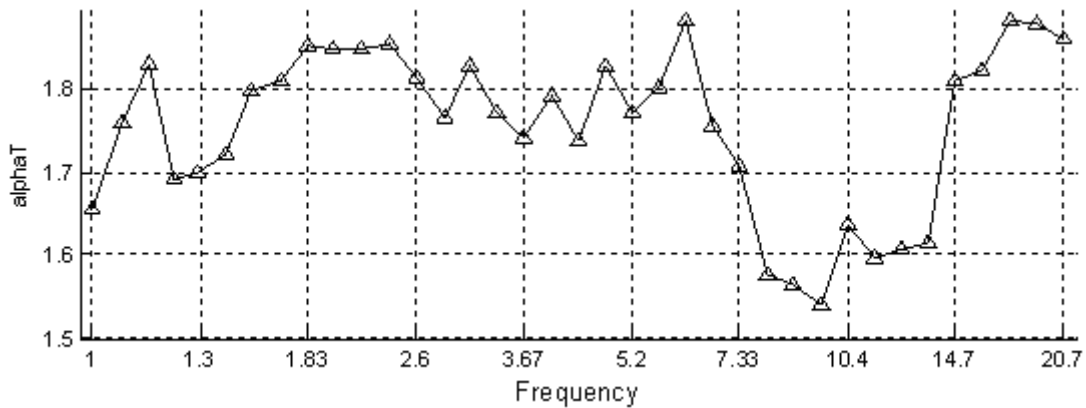
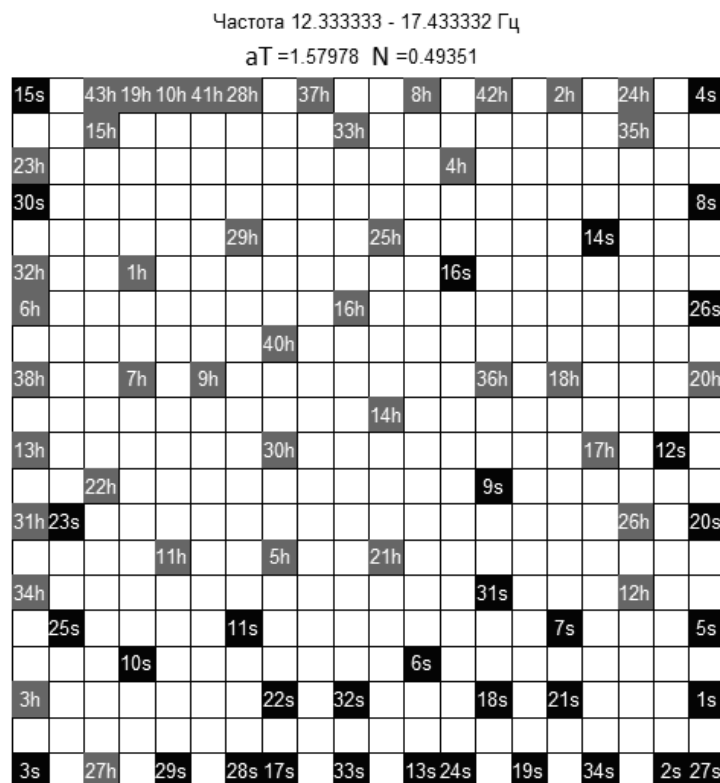


Рис. 1. Зависимость показателя качества кластеризации от положения окна на частотном спектре ТТГ (ось абсцисс – значения частоты нижней границы окна, Гц)

На рис. 2 приведены две СОК. Одна из них обучена на данных, соответствующих наиболее «благоприятным» значениям этих величин в приведенных зависимостях – наименьшему α_T , другая – на данных, соответствующих «неблагоприятным» значениям. Мы видим, что α_T в первом случае меньше, чем во втором, – 1,58 и 1,86. При этом визуально на картах тоже заметно, что в первом случае качество кластеризации лучше, чем во втором.



Частота 20.733334 - 29.333334 Гц

$\alpha T = 1.86429$ $N = 0.42857$

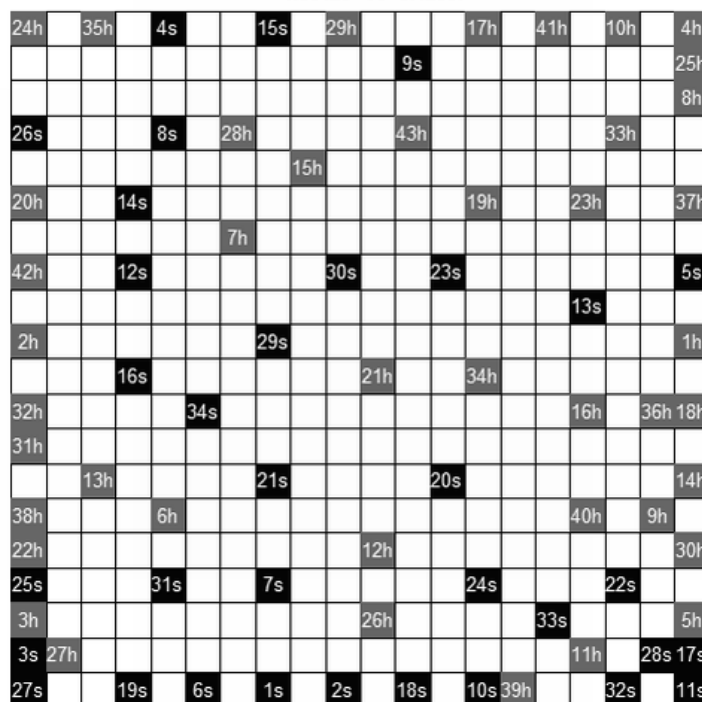


Рис. 2: а (вверху) – данные на карте Кохонена, построенной для участка спектра, который согласно графикам на рис. 1 наилучшим образом подходит для классификации; б (внизу) – для плохо подходящего для классификации участка спектра. Темные клетки – больные испытуемые; светлые – здоровые

Работа поддержана грантом РФФИ 08-07-12052-офи.

Список литературы

1. *Kuperin, Y. A. Application of Adaptive Classification of Tensotremorograms for Revealing the Pathological States of Human Motor Control System / Y. A. Kuperin, A. S. Minin, A. A. Mekler and S. P. Romanov // Optical Memory and Neural Networks (Information Optics). – 2009. – Vol. 18. – No. 4. – P. 304–311.*
2. Romanov, S.P. and Manoylov, V.V., RF Patent no. 2195869, 2003.
3. Ultsch, F. Morchen. ESOM-Maps: Tools for Clustering, Visualization, Data. Bionics Research Group, University of Marburg, Marburg, Germany. March 17, 2005.
4. Ultsch. Clustering with SOM: U*C, In Proc. Workshop on Self-Organizing Maps, Paris, France. – 2005. – P. 75–82.

*L. Petrov ^{*x}, A. Alexandrova^{**}, Z. Zsheliaskova-Koynova*,
I. Achkakanov*, P. Atanasov**

**TELEMETRIC PHYSIOLOGICAL AND NON-INVASIVE
BIOCHEMICAL INDEXES IN AN EMOTIONAL
STRESS MODEL IN SHOOTERS**

** National Sports Academy «Vassil Levski», Sofia*

*** Institute of Neurobiology, Bulgarian Academy of Sciences*

Corresponding author^x:

Lubomir Petrov,

*Department of Physiology and Biochemistry,
National Sports Academy «Vassil Levski», Sofia*

E-mail: dr.lubomi.petrov@gmail.com

Introduction. The use of noninvasive methods for assessment of stress under real and experimental conditions in people has obvious advantages. Invasive methods cause stress and make the interpretation of results difficult. To evaluate stress, in recent years, changes of certain biochemical salivary parameters are used. A parameter that has been suggested to reflect the stress-related changes in the body is the salivary enzyme alpha-amylase (sAA) (1, 2, 6, 9). The sAA release is known to be elicited by activation of the autonomic nervous system (ANS) which controls the salivary glands (7). Other relevant parameters are the concentration of protein and some electrolytes in saliva. Their typical changes in stress correlate with blood adrenaline and cortisol levels. In particular, many researchers have reported salivary K^+ and protein increase during stress. While under the same conditions, the salivary Na^+ did not change and even has decreased (5, 8, 10).

In sports shooting the psycho-emotional stress is severe and is associated with both the shooting performance and the reaction to the reported result - especially when the series of shots are extremely successful or unsuccessful. In turn, the physiological changes in stress affect the shooting performance, having in mind that the good players pull the trigger while holding their breath and even at an exact point during the cardiac cycle (3, 4).

The aim of this study was to evaluate the informative value of some biochemical parameters measured in saliva, assessing the level of stress in shooters, and to compare them with suitable noninvasive physiological parameters such as heart rate (HR) and heart rate variability (HRV).

Materials and methods. Twelve sports shooters, divided into two groups: 5 (2 women and 3 men) in the air rifle discipline and 7 (1 woman and 6 men) in the air pistol discipline were tested. The age of the shooters varied between 14 and 19 years (with an average age of 16 years). Two tournaments including both disciplines were held. Each shooter took 20 shots from a distance of 10 m within 30 minutes. For better motivation, a small prize of 60 BGN for the first place and 40 BGN for the second place were provided. One day before the competition, the

participants were instructed not to use alcohol, cigarettes and coffee, and to abstain from eating right before the tournament. Before and after the tournament, samples of saliva were taken using salivettes. The samples were centrifuged at 8000 g and were stored at -20°C. On the next day the concentration of Na⁺, K⁺, protein, and alpha-amylase activity in the saliva were measured using a biochemical analyzer Human80. Reagents were purchased from Human Ltd (France).

The HR was recorded (as R-R intervals with 1 ms accuracy) during the entire period of the investigation, using a GSM device which communicates with a research server (Figure 1). The device (called TEMEO), produced by Security Solutions Institute Ltd. (Bulgaria), registered the physical activity every second using a built-in accelerometer (Figure 2). The instantaneous HR and the index of HRV – the square root of the mean squared difference of successive R-R intervals (rMSSD), were calculated automatically.

The significance of the differences was determined by Student test for paired data.

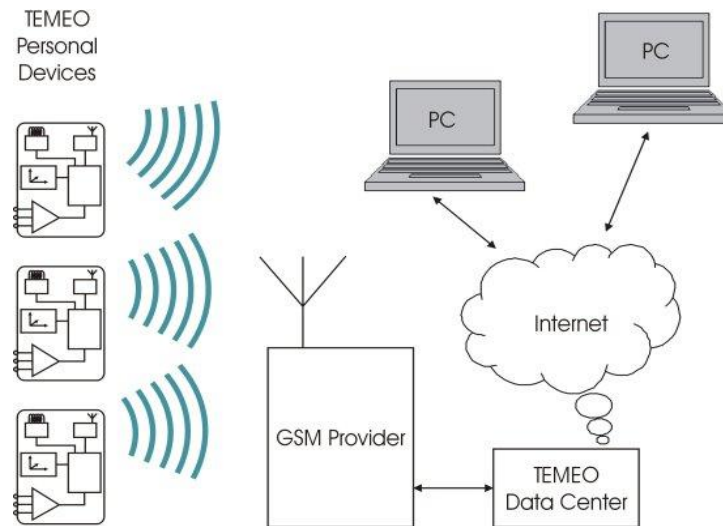


Figure 1. Diagram of TEMEO telemetric system

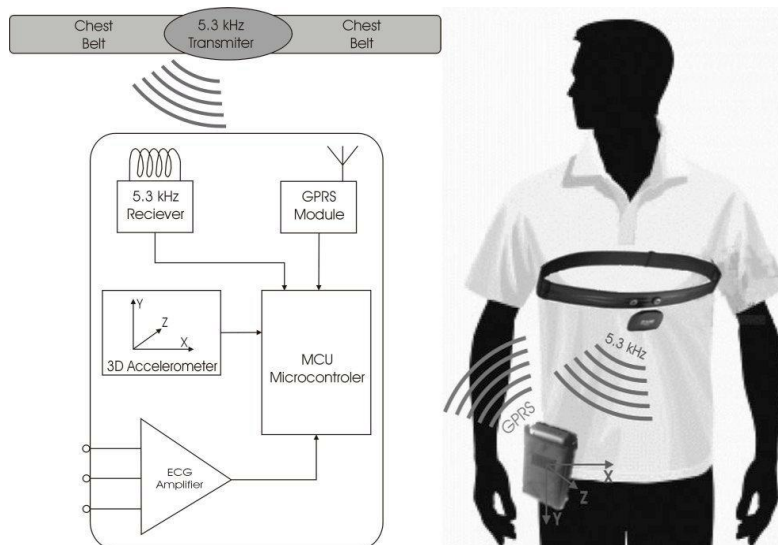


Figure 2. Diagram of TEMEO telemetric personal device

Results. The changes in the concentration of salivary potassium of any one of the tested persons before and after tournaments are presented in Figure 3. Figure 4 represents the average values of salivary K⁺ concentration for both disciplines separately and jointly.

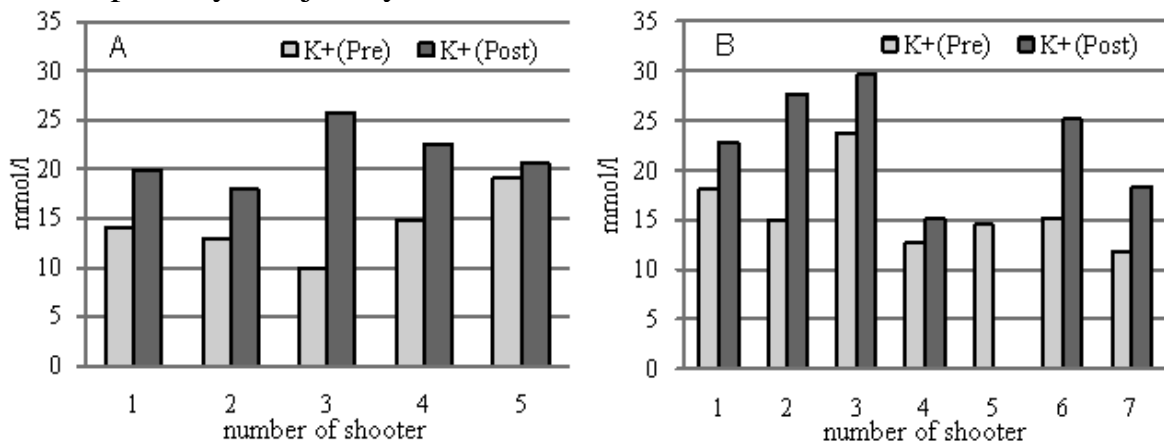


Figure 3. Individual saliva K⁺ concentration before and after pneumatic rifle (A) and air pistol (B) tournament

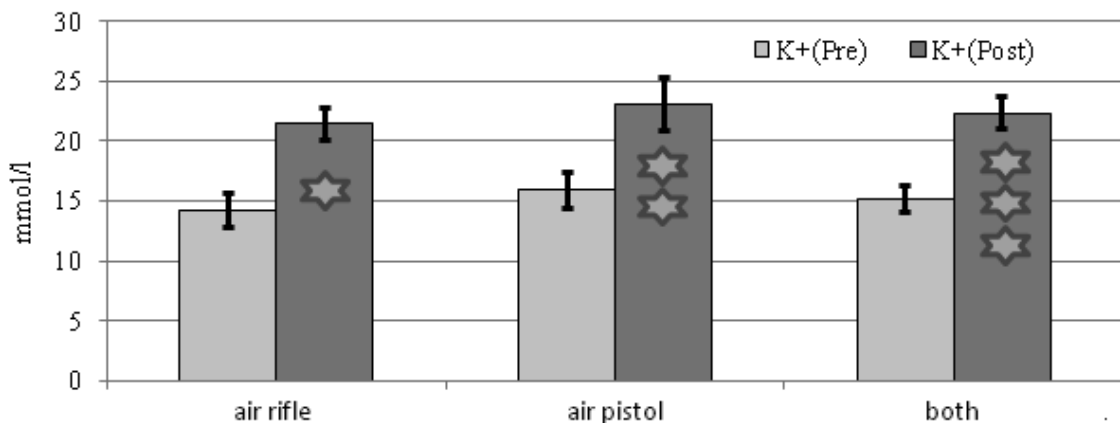


Figure 4. Average saliva K⁺ concentration before and after the tournament for both disciplines separately and jointly for all athletes. (* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001)

The average concentrations of salivary Na⁺ before and after both tournaments are shown in Table 1. In terms of this index, statistically significant differences before and after the tournaments are not registered.

Table 1

Average salivary Na⁺ concentrations collected before and after both tournaments separately and jointly for all shooters

	Befor competition mmol/l ± SE	After competition mmol/l ± SE
Air rifle	51.15 ± 1.74	50.54 ± 2.33
Air pistol	52.30 ± 2.30	55.0 ± 4.41
Both	50.31 ± 2.58	47.33 ± 1.91

The changes in protein content in saliva of any one of the tested participants before and after the tournaments are presented in Figure 5. Figure 6 represents

the average values of saliva protein content for both disciplines separately and jointly for all athletes.

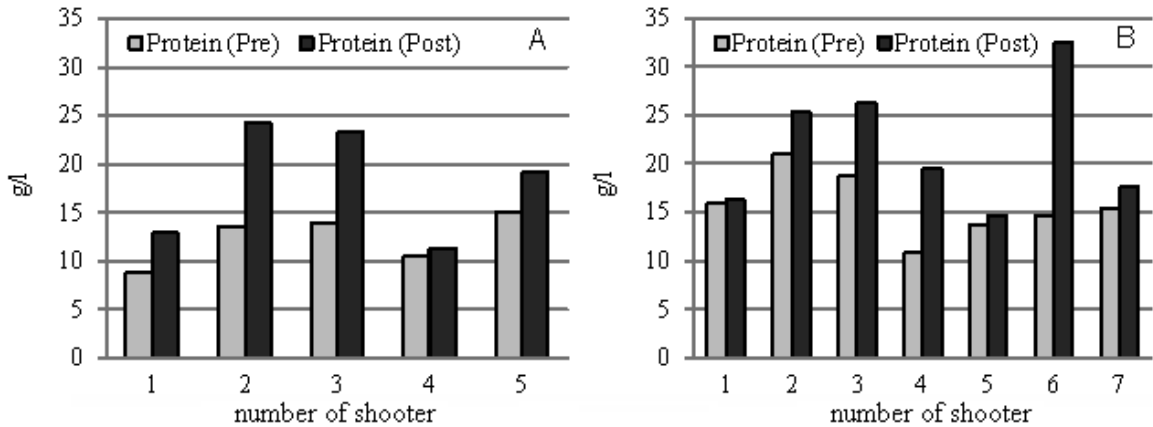


Figure 5. Individual saliva protein concentration before and after the air rifle (A) and air pistol (B) tournaments

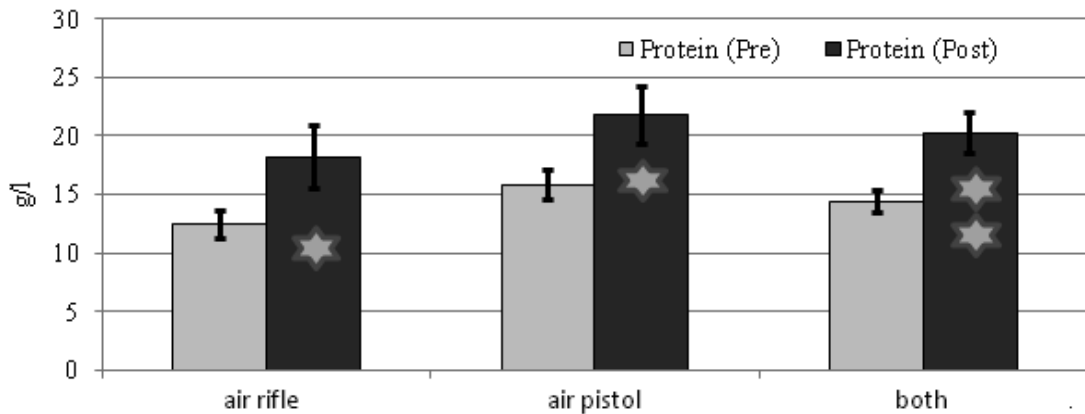


Figure 6. Average saliva protein concentration before and after the tournaments separately for each discipline and for all shooters combined (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$)

The individual sAA activity before and after the air rifle and air pistol tournaments are presented in Figure 7 and Figure 8 shows the average sAA activity before and after both tournaments separately and jointly for all shooters.

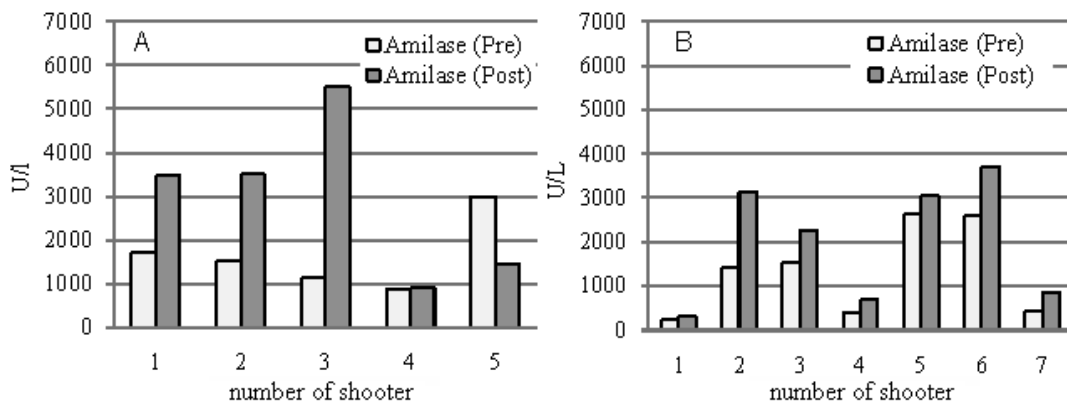


Figure 7. Individual sAA activity before and after the air rifle (A) and air pistol (B) tournaments.

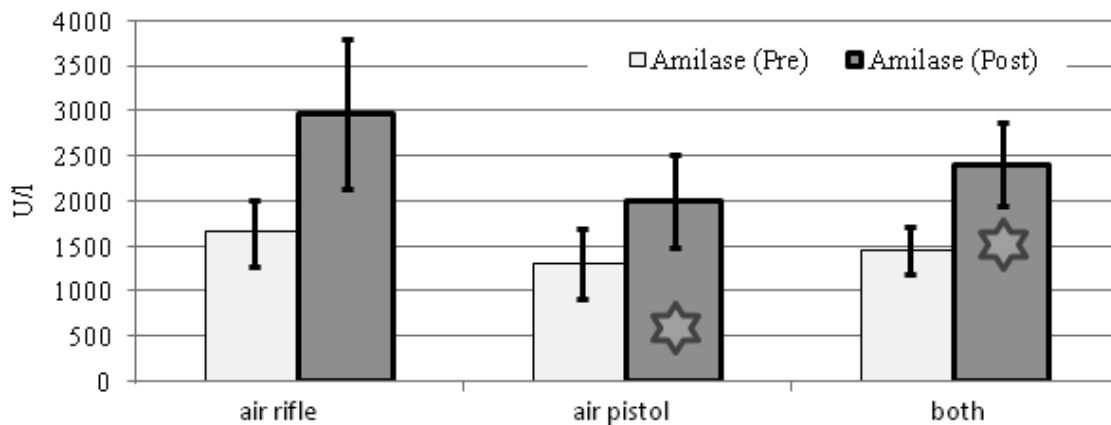


Figure 8. Average sAA activity before and after both tournaments separately and jointly for all shooters (* $p < 0.05$)

The records of HR during the tournaments showed large fluctuations within a 60 second period during the preparation for each shot. It seems that these fluctuations coincided with the phases of the shooter's breathing. The differences in minimum and maximum instantaneous HR in these periods reached 25-35 bpm (Figure 9).

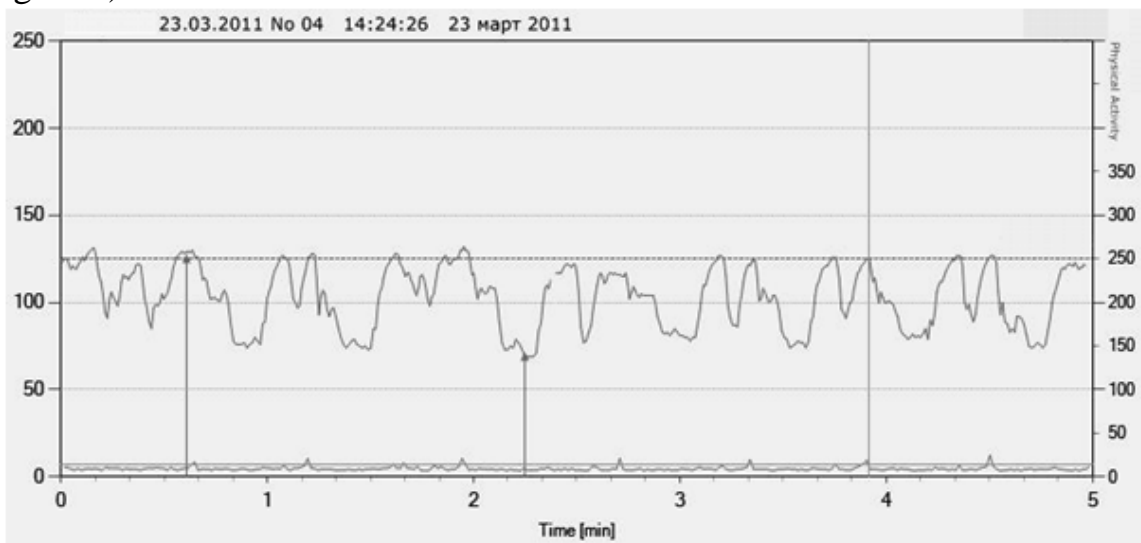


Figure 9. Five minutes recording (15th to 20th minute) of instantaneous HR of the air rifle tournament winner (shooter number 4)

Therefore, as indexes of the sympathetic activity of the ANS we accepted the rMSSD, maximum HR, average HR and minimum HR calculated within 5 min intervals. Heart rate showed a characteristic increase until the middle of the tournament and a gradual decrease towards the end of the tournament. The rMSSD index showed mirror dynamics (Figures 10 and 11). We suggest that rMSSD is the most stable cardio vascular index of the emotional stress level in the model used.

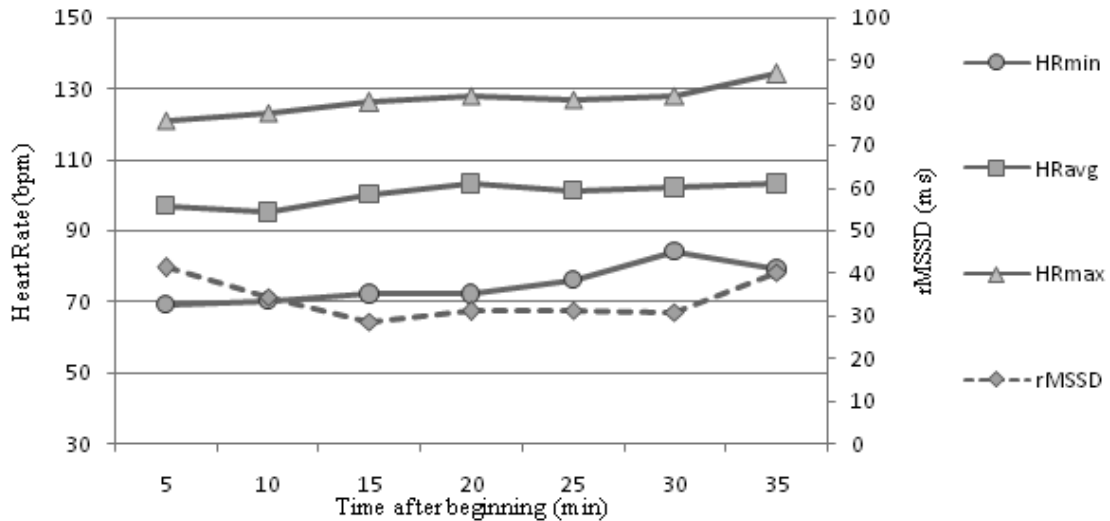


Figure 10. rMSSD, minimum HR, average HR and maximum HR in intervals of 5 minutes for the air rifle tournament winner (shooter number 4)

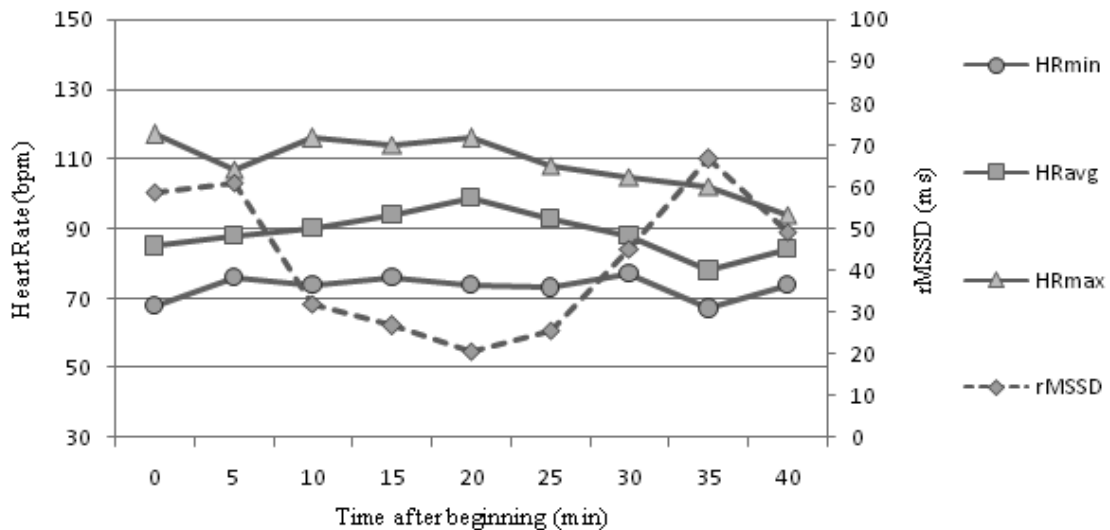


Figure 11. rMSSD, minimum HR, average HR and maximum HR in intervals of 5 minutes for the shooter who ranked third in the air rifle tournament (shooter number 2)

Discussion. The concentrations of both saliva K^+ and protein were increased in all shooters. The sAA activity showed the same dynamics with only two exceptions. The baseline of the winner of the air rifle tournament (shooter number 4) is lower than that of the other competitors and remains unchanged after the tournament. This probably reflects the mental strength and self-confidence of the participant. The sAA activity of the shooter who ranked last (shooter number 5) showed a higher baseline in comparison to other competitors and decreased after the tournament. Perhaps this reflects the greater emotional stress in the beginning of the tournament, which declined rapidly after the initial poor performance.

The changes in the biochemical parameters measured in saliva in this experiment are in accordance with the observations of emotional stress conditions, de-

scribed in the literature. This is an argument in favor of the idea that such mock tournaments could be used to study the emotional stress in different sports.

The participants' HR showed a characteristic increase in the middle of the tournament and gradually decreased towards the end. The rMSSD index showed mirror dynamics and therefore we suggest that it is the most stable HRV index of the level of emotional stress in the model used (Figures 8 and 9). The analysis of the dynamics of these parameters shows that the emotional stress level in this model reaches the maximum most often on the 20th minute.

Conclusions. In this emotional stress model the protein concentration and amylase activity in saliva are sensitive markers. The concentration of K^+ in contrast to Na^+ is a reliable marker for assessing the level of emotional stress. HR fluctuations during the shooting performance (about 60 seconds) make difficult the use of HRV as an indicator for ANS activation when calculated for short periods of time (less than 2 minutes). As stress indexes during a shooting competition we recommend the following: the minimum HR, average HR and maximum HR and rMSSD for 5-min periods.

References

1. Chatterton, R. T. Salivary alpha-amylase as a measure of endogenous adrenergic activity / Jr. R. T. Chatterton, K. M. Vogelsong, Y. C. Lu, A. B. Ellman, G. A. Hudgens // *Clin Physiol*. – 1996. – **16**, 4. – P. 433–448.
2. Granger, D. A. Salivary alpha-amylase in biobehavioral research: recent developments and applications / D. A. Granger, K. T. Kivlighan, M. el-Sheikh, E. B. Gordis, L. R. Stroud // *Ann NY Acad Sci*. – 2007. – **1098**. – P. 122–144.
3. Helin, P. Timing of the triggering action of shooting in relation to the cardiac cycle / P. Helin, T. Sihvonen, O. Hanninen // *Br J Sports Med*. – 1987. – **21**. – P. 1, 33–36.
4. Konttinen, N. Timing of triggering in relation to the cardiac cycle in nonelite rifle shooters / N. Konttinen, T. Mets, H. Lyytinen, M. Paananen // *Res Q Exerc Sport*. – 2003. – **74**. – 4. – P. 395–400.
5. Minasian, S. M. Influence of mental and emotional stress on the levels of electrolytes in the saliva of senior schoolchildren / S. M. Minasian, E. S. Gevorkian, A. V. Daian, G. G. Grigorian, G. S. Grigorian // *Gig Sanit*. – 2004. – 4. – P. 46–48.
6. Nater, U. M. The role of salivary alpha-amylase in stress research / U. M. Nater. – Göttingen, Cuvillier Verlag, 2004.
7. Nater, U. M. Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system: current state of research / U. M. Nater, N. Rohleder // *Psychoneuroendocrinology*. – 2009. – **34**. – 4. – P. 486–496.
8. Richter, P. Effectiveness in learning complex problem solving and salivary ion indices of psychological stress and activation / P. Richter, J. W. Hinton, S. Reinhold // *Int J Psychophysio*. – 1998. – **30**. – 3. – P. 329–337.
9. Rohleder, N. Psychosocial stress-induced activation of salivary alpha-

amylase: an indicator of sympathetic activity? / N. Rohleder, U. M. Nater, J. M. Wolf, U. Ehlert, C. Kirschbaum // *Ann N Y Acad Sci.* – 2004. – **1032.** – P. 258–263.

10. Ullmann, Y. Salivary monitoring related to major surgery / Y. Ullmann, Y. Klein, D. Savulescu, I. Borovoi, D. Egozi, M. Gavish, R. Nagler // *Eur J Clin Invest.* – 2010. – **40.** – 12 – P. 1074–1080.

P. Somlev, G. Uzunova, E. Pavlova

INDICES OF AUTONOMIC BALANCE IN FOOTBALL PLAYERS

National Sports Academy, Sofia – Department of Physiology and Biochemistry

Introduction. Heart rate variability (HRV) is a non-invasive method for the assessment of autonomic cardiac regulation (1, 12). In the last years HRV is being used to study the influence of exercise training on cardiac function and control (3, 4). There are evidences that in athletes training causes shifting in autonomic balance towards enhanced vagal activity and decreased sympathetic tone, which can be quantified by the HRV indices.

Frequency domain parameters, obtained with power spectral analysis of HRV, allow us to assess the relative roles of the sympathetic and parasympathetic nervous systems in cardiac regulation (12). The ratio between low frequency (LF) and high frequency (HF) components (LF/HF ratio) of HRV spectrum represents a measure of autonomic (sympathovagal) balance (9).

The standard deviation of the R-R intervals (SDNN) and the root mean squared of the successive differences (RMSSD) are time domain HRV parameters. Recently, SDNN/RMSSD ratio was introduced as a surrogate for LF/HF ratio (5, 11).

The use of this new index for evaluation of sympathovagal balance in athletes has not yet been clarified.

The aim of the study was to assess the autonomic balance in football players with different training status using HRV parameters, including SDNN/RMSSD ratio.

Materials & Methods. In the study participated 11 elite football players (age=21.5±3.8 years), 14 non-elite football players (age=21.6±1.4 years) and 14 former football players (age=21.8±2.5 years). The elite players were studied during transition period in January before training camp. Non-elite players were studied during competitive season. The former players had stopped their training for a period of 4 months to 5 years, but played football for educational and/or recreational purposes.

RR intervals of each subject were recorded for 5 min with Polar S810i heart rate monitor in supine rest. HRV analysis was performed with Kubios HRV 2.0 software (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Department of Phys-

ics, University of Kuopio; Kuopio, Finland), according the recommendations of Task Force (12).

Time domain parameters included SDNN (ms) - the standard deviation of normal-to-normal RR intervals, RMSSD (ms) - the square root of the mean squared differences of successive RR intervals and pNN50% - the percentage of intervals differing by more than 50 ms from preceding interval. Mean HR (bpm) was also determined.

Frequency domain parameters were calculated by spectral analysis using fast Fourier transform method after detrending and interpolation at rate of 4 Hz of RR series. The power spectrum indices included LF (low frequency, 0.04 Hz-0.15 Hz) and HF (high frequency, 0.15-0.40 Hz), both expressed in absolute (ms^2) and in normalized units (nu). Sympathovagal balance was assessed with LF/HF ratio and newly proposed SD/RMSSD ratio (5). Cardiorespiratory fitness was determined indirectly with PWC170 cycle ergometer test (2).

Statistical analysis - to test the significance of differences in HRV parameters among the three groups one-way analysis of variance (ANOVA) was used with Gabriel or Games-Howell post-hoc tests. The statistical significance threshold was set at $p < 0.05$. Data are presented as mean \pm standard deviation (Mean \pm SD).

Results and Discussion. The differences in PWC 170 and HRV parameters between the three groups of football players are shown in Table 1.

Table 1

	elite players	non-elite players	former players
PWC170 ($\text{kgm.min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)	18.37 \pm 2.17 ^a	15.92 \pm 1.80 ^b	15.23 \pm 2.78 ^b
MeanHR (bpm)	53.28 \pm 5.38 ^a	59.79 \pm 6.11 ^a	68.00 \pm 9.38 ^b
SDNN (ms)	80.47 \pm 31.30 ^a	68.28 \pm 16.63 ^a	43.47 \pm 7.80 ^b
RMSSD (ms)	76.82 \pm 37.14 ^a	58.15 \pm 22.78 ^a	34.47 \pm 8.66 ^b
pNN50%	46.18 \pm 24.88 ^a	35.99 \pm 20.84 ^a	14.16 \pm 8.68 ^b
HF ms^2	2417.47 \pm 1791.17 ^a	1534.94 \pm 1014.76 ^a	57.25 \pm 187.49 ^b
HF nu	57.44 \pm 16.11 ^a	50.08 \pm 17.04 ^{ab}	38.09 \pm 10.21 ^b
LF ms^2	1576.32 \pm 1117.47 ^{ab}	1488.98 \pm 1015.17 ^a	731.19 \pm 200.40 ^b
LF nu	42.56 \pm 16.11 ^a	49.92 \pm 17.04 ^{ab}	61.91 \pm 10.21 ^b
LF/HF	0.89 \pm 0.61 ^a	1.26 \pm 0.89 ^{ab}	1.84 \pm 0.89 ^b
SD/RMSSD	1.18 \pm 0.45 ^a	1.26 \pm 0.29 ^a	1.32 \pm 0.32 ^a

^{ab} – numbers followed by different letters denote statistical significance ($p < 0.05$); same letter, read across rows, denotes no statistical difference; Values are Mean \pm SD.

The higher value of PWC170 of elite players reflects their better aerobic capabilities developed under the influence of training. Heart rate was significantly lower in elite and non-elite players than in the group of former players. The resting bradycardia, demonstrated by elite players, suggests a large degree of cardiac adaptation to training (10).

SDNN reflects all the cyclic components responsible for variability (12). This parameter was higher in elite and non-elite players than in former players, suggesting greater overall variability in these two groups and enhanced regulatory influences on heart rate.

Time domain indices RMSSD and pNN50% were higher ($p < 0.05$) in the elite group and non-elite group than in former players. These parameters are markers of vagal modulation of RR intervals (7, 12) and indicate increased parasympathetic tone in active players.

HF ms^2 , which is vagal-related index (12), was significantly higher in elite and non-elite players than in former players, suggesting greater parasympathetic influence on heart rate regulation in these two groups. The other vagal-related parameter, HF nu, was significantly higher in elite players than in former players, which confirms that in elite players the parasympathetic cardiac tone is more pronounced.

LF ms^2 , which represents both sympathetic and vagal influences on heart regulation (12) was higher ($p < 0.05$) in the non-elite players than in former players. LF nu was significantly lower in elite players than in former players. Low frequency in normalized units shows less marked sympathetic cardiac influences in elite players, because that parameter can be interpreted as a marker of sympathetic modulation of the heart rate (8).

There were no significant differences in the HRV indices of HF nu, LF nu, and LF/HF ratio between the non-elite players and the two other groups. With regard to these results the group of non-elite players may be classified as intermediate. HRV of these players may reflect the known sympathetic activation related to intensive training or competitive constraint (6).

The LF/HF ratio was lower ($p < 0.05$) in elite players than in former players. This result confirms the shifting of sympathovagal balance in these players towards enhanced parasympathetic influence on heart regulation, combined with decreased sympathetic tone.

SD/RMSSD ratio was suggested as an alternative of LF/HF ratio because of the high correlation coefficient found between the two parameters (5, 11). The advantages in using the time domain derived estimates include less concern about the stationarity of the time series and ease of computation (11). Our results showed no difference between groups regarding SD/RMSSD ratio, which indicates the need for further investigation of physiologic interpretation of this index.

Conclusions

1. Bradycardia and vagal-related HRV indices show a shifting in autonomic balance toward parasympathetic predominance in elite and non-elite football players in comparison with former players. HRV of elite players reflects the enhancement of parasympathetic cardiac regulation maintained during transition period.

2. The use of SD/RMSSD ratio as an alternative of LF/HF ratio for assessment of sympathovagal balance in athletes needs further study.

References

1. *Баевский, Р.М.* Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клецкин. – М. : Наука, 1984.
2. *Карпман, В. Л.* Исследование физической работоспособности у спортсменов / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1974.
3. *Кудря, О.Н.* Влияние физических нагрузок разной направленности на вариабельность ритма сердца у спортсменов / О. Н. Кудря // Бюллетень сибирской медицины. – 2009. – № 1. – С. 36–43.
4. *Aubert, A.E.* Heart rate variability in athletes / A.E. Aubert, B. Seps, F. Beckers // *Sports Med.*, –33. – № 12. – 2003. – P. 889–919.
5. *Balocchi, R.* Revisiting the potential of time domain indexes in short-term HRV analysis / R. Balocchi, F. Cantini, M. Varanini, G. Raimondi, J. M. Legramante, A. Macerata // *Biomedizinische Technik*, 51. – №. 4. – 2006. – P. 190–193.
6. *Bricout, V. A.* Analyses of heart rate variability in young soccer players: the effects of sport activity / V. A. Bricout, S. Dechenaud, A. Favre-Juvin // *Auton. Neurosci.*, 154. – № 1,2. – 2010. – P. 112–116.
7. *Kleiger, R. E.* Heart rate variability: measurement and clinical utility / R. E. Kleiger, P. K. Stein, Jr. Bigger // *J.T. Ann. Noninvasive. Electrocardiol*, 10. – № 1. – 2005. – P. 88–101.
8. *Lahiri, M. K.* Assessment of autonomic function in cardiovascular disease: physiological basis and prognostic implications / M. K. Lahiri, P. J. Kannankeril, J. J. Goldberger // *J Am. Coll. Cardiol.*, 51. – № 18 – 2008. – P. 1725–33.
9. *Malliani, A.* Power spectrum analysis of heart rate variability: a tool to explore neural regulatory mechanisms / A. Malliani, F. Lombardi, M. Pagani // *Br Heart J.*, 71. – №1. – 1994. – P. 1–2.
10. *Reilly, T.*, Football, In: *Physiology of sports* / T. Reilly, N. Secher, P. Snell, C. Williams // ed. E. & F. N. Spon : London, 1990. – P. 371–426.
11. *Sollers, J. J.* Comparison of the ratio of the standard deviation of the r-r interval and the root mean squared successive differences (SD/rMSSD) to the low frequency-to-high frequency (LF/HF) ratio in a patient population and normal healthy controls / J. J. Sollers, T. W. Buchanan, S. M. Mowrer, L. K. Hill, J. F Thayer // *Biomedical Sciences Instrumentation*, 43. – 2007. – P. 158–163.
12. TASK FORCE of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. –*Circulation*, 93. – № 5. – 1996. – P. 1043–1065.

*И. С. Зубаткина¹, Л. К. Добродеева², М. Я. Малахова³,
Э. В. Крыжановский⁴, О. В. Зубаткина⁵*

ОЦЕНКА ИММУННОГО СТАТУСА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРА ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭНТРОПИИ

¹*Международный институт биологических систем, Санкт-Петербург*

²*Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, Архангельск,*

³*Санкт-Петербургская медицинская академия*

последипломного образования,

⁴*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
имени проф. М.А. Бонч-Бруевича,*

⁵*Северный государственный медицинский университет, Архангельск*

E mail: izubatkina@gmail.com, us@ifpa.uran.ru ,
prof-malachova@mail.ru, edward@telebiomet.ru, ozbiochem@gmail.com

Резюме. Обследовано 62 человека, у которых были определены показатели иммунного статуса и показатели энергоэмиссионных процессов при регистрации кроунограмм пальцев рук. Установлена прогностическая значимость показателя энтропии в отношении направления развития процесса «здоровье – болезнь». Выведена статистически значимая модель, включающая наименьшее число иммунологических показателей.

Ключевые слова. Энергоэмиссионные процессы, энтропия, кроунограмма, иммунологические показатели.

Введение. Живой организм – это прежде всего открытая энергетическая биосистема, в определении состояния которой одно из важных мест принадлежит энтропии, дающей наиболее полную, хотя и обобщенную характеристику системы [4]. Скорость изменения энтропии открытой биосистемы может происходить независимо либо за счет обмена с внешней средой, либо вследствие внутренних необратимых процессов: $dS/dt = d_e S/dt + d_i S/dt$ [5]. При этом согласно теореме Пригожина для системы, находящейся в стационарном состоянии, положительная функция $d_i S/dt$ принимает минимальное положительное значение, то есть скорость образования энтропии внутри открытой системы уменьшается по мере приближения к стационарному состоянию [6]. В стационарном состоянии свободная энергия системы расходуется наиболее экономно, в ней биосистемы сохраняют не только свою работоспособность и поддерживают во времени постоянство своих параметров, но и обладают способностью к авторегуляции. Особенностью стационарного состояния биосистем является значительное удаление от термодинамического равновесия, при котором работоспособность системы равна нулю, градиенты энергии выровнены и энтропия максимальна, а другой особенностью – его устойчивость. Принцип устойчивого неравновесия биологических систем был сформулирован в прошлом столе-

тии Э. С. Бауэром: «все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и постоянно выполняют за счет своей свободной энергии работу против равновесия». Чтобы пополнять беспрестанную убыль свободной энергии самого организма необходимо непрерывное поступление энергии из окружающей среды, которая обеспечивает поток отрицательной энтропии для поддержания энтропии организма на постоянном минимальном уровне, поскольку нахождение системы в состоянии, соответствующем минимуму продукции энтропии, обеспечивает ей наибольшую устойчивость [7]. Протекание реакций, при которых энтропия уменьшается, а свободная энергия увеличивается, оказывается возможным благодаря механизму энергетического сопряжения. Примером может служить процесс окислительного фосфорилирования, протекающий при участии сопрягающих ферментативных комплексов митохондриальных мембран. В обычных условиях организм поддерживает свое стационарное состояние, которое характеризуется весьма активным и напряженным течением метаболических процессов, сбалансированных настолько, что основные параметры его внутренней среды (гомеостазис) сохраняются неизменными, создавая внешнее впечатление покоя [7].

Целью нашего исследования явилось определение variability иммунологических показателей при нарастании энтропии и прогноз функционирования иммунной защиты.

Материалы и методы исследования. Проведено иммунологическое обследование 62 человек обоего пола, разного возраста (от 19 до 70 лет). Были определены показатели клеточного и гуморального звеньев иммунологической защиты. Получены абсолютные значения лейкоцитов, моноцитов, эозинофилов, лимфоцитов, фагоцитов, фенотипов клеток с рецепторами CD3⁺, CD4⁺, CD5⁺, CD8⁺, CD10⁺, CD16⁺, CD23⁺, CD25⁺, CD71⁺, CD95⁺, HLA DR, содержание IgA, IgM, IgG, IgE, трансферрина, IFN- γ , интерлейкинов IL-6 и IL-10. Также у каждого из обследованных были определены числовые характеристики кроунограмм пальцев обеих рук. Регистрация кроунограмм проводилась непосредственно перед забором крови на аппаратно-программном комплексе «Кроуноскоп», при работе которого под действием газового разряда вокруг пальца возникает короноразрядное свечение, преобразующееся системой видеонаблюдения и последующей цифровой обработкой в двумерное динамическое распределение газоразрядной эмиссии с пальца руки – кроунограмму [2]. Количественные показатели кроунограмм (энтропия, площадь засветки изображения, изрезанность контура, симметрия) определялись с помощью прикладных программ «Кроунолаборатория». Статистическая обработка данных проводилась в программе «STATISTICA 6.0». В модуле «описательная статистика» вычислялись средние значения определяемых показателей и стандартная ошибка среднего. В модуле «множественная регрессия» строились регрессионные уравнения с использованием способа пошагового включения предикторов. Оценка адек-

ватности регрессионной модели проводилась по анализу остатков с использованием критерия Дарбина-Уотсона. Факторные модели строились с применением вращения по методу нормализованного варимакса.

Полученные результаты. После проведения обследования все волонтеры были разделены на группы по показателю энтропии. Разделение проводилось согласно диапазону значений показателя ($1,39 \pm 0,06$ ед.) установленного для лиц, не имеющих иммунологических нарушений [3]. Были выделены три группы: I группа – 19 человек, разброс показателя энтропии у которых находился ниже наименьшего значения и был в диапазоне 1,21–1,33 ед.; II группа – 25 человек, разброс значений показателя энтропии у которых был в границах установленного диапазона и составил 1,34–1,44 ед.; III группа – 18 человек, разброс показателя энтропии у которых находился выше наибольшего значения в диапазоне 1,45–1,57 ед.. Средние значения показателя энтропии в группах достоверно отличались и составили для первой группы $1,28 \pm 0,04$ ед., для второй группы $1,38 \pm 0,03$ ед. и для третьей группы $1,50 \pm 0,04$ ед. соответственно. Анализ числовых характеристик кроунограмм показал, что с ростом энтропии имеет место определенная направленность их изменений, которая выражается в достоверном снижении площади засветки изображения и симметрии при статистически значимом увеличении изрезанности контура кроунограммы (табл. 1).

Таблица 1

Числовые характеристики кроунограмм ($M \pm m$)

Показатели/ группы	Энтропия (ед.)	Площадь засветки (ед.)	Изрезанность (ед.)	Симметрия (%)
I группа (n=19)	$1,28 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,04$	$1,39 \pm 0,11$	$92,5 \pm 3,4$
II группа (n=25)	$1,38 \pm 0,03^*$	$0,88 \pm 0,03^*$	$1,57 \pm 0,23^*$	$88,3 \pm 4,5$
III группа (n=18)	$1,50 \pm 0,04^*/ **$	$0,85 \pm 0,05^*$	$1,91 \pm 0,22^*/ **$	$81,3 \pm 7,3^*/ **$

Достоверность различий между показателями в группах: $p < 0,05$

* – по сравнению с I группой; ** – по сравнению со II группой.

Полученные данные можно объяснить исходя из смыслового значения энтропии и ее роли в биосистемах. Как известно, чем меньше энтропия, тем больше свободная энергия системы, и наоборот, чем больше величина энтропии, тем меньше энергия. Данная зависимость прослеживается в изменении площади засветки изображения, которая, исходя из механизма развития стимулированной импульсной эмиссии [1], косвенно отражает энергетический уровень в текущий момент времени и с ростом энтропии достоверно уменьшается. С другой стороны энтропия выступает как мера упорядоченности: чем меньше порядка в системе, тем больше ее энтропия. Это в свою очередь отображается в изменении изрезанности контура, когда с увеличением энтропии возрастает число флуктуаций кроунограммы и при этом также снижается симметрия.

Проведенный анализ иммунологических показателей позволил выделить среди них те, изменения значений которых с ростом энтропии носили достоверный характер. В их число вошли абсолютные показатели фенотипов клеток с рецепторами CD8⁺, CD71⁺, CD95⁺, процент активных фагоцитов и моноцитов и содержание трансферрина (табл. 2).

Таблица 2

Показатели иммунологического статуса (M±m)

показатели / группы	CD8 ⁺ (10 ⁹ кл/л)	CD71 ⁺ (10 ⁹ кл/л)	CD95 ⁺ (10 ⁹ кл/л)	Фагоциты (%)	Моноциты (%)	Трансферрин (г/л)
I группа (n=19)	0,43±0,04	0,40±0,06	0,45±0,06	46,3±4,57	7,2±3,51	3,81±0,18
II группа (n=25)	0,55±0,12*	0,43±0,05	0,46±0,04	44,3±3,35	5,8±1,34	4,05±0,02*
III группа (n=18)	0,65±0,15*	0,48±0,08*	0,62±0,11 */ **	52,3±5,64 **	3,1±0,76 */ **	4,07±0,02*

Достоверность различий между показателями в группах: p<0,05

* – по сравнению с I группой; ** – по сравнению со II группой.

Как видно из табличных данных (табл. 2) по мере роста энтропии достоверно увеличивается количество активированных клеток с рецепторами CD8⁺, CD71⁺, CD95⁺, а также растет процент активных фагоцитов и концентрация трансферрина, одновременно значимо снижается относительное количество моноцитов. Таким образом, возрастание энтропии обусловлено повышением числа клеток меченных к апоптозу (CD95⁺) и цитотоксических Т-лимфоцитов (CD8⁺) и сопровождается увеличением процента активных фагоцитов. Подобные изменения свидетельствуют о нарастании деструктивных процессов и отдалении системы от равновесного состояния. В тоже время формируются процессы, направленные на парирование роста энтропии, чтобы вернуть систему в устойчивое стационарное состояние. Это прослеживается по нарастанию числа активированных Т-лимфоцитов с рецептором к трансферрину (CD71⁺) и количества трансферрина. Сывороточная концентрация рецепторов трансферрина, равно как и содержание самого белка отражают интенсивность эритропоэза, то есть включаются процессы, имеющие антиэнтропийную направленность. Поскольку синтез больших богатых энергией макромолекул, формирование клеточных структур с их сложной организацией являются мощными факторами, сдерживающими нарастание энтропии [3]. Процентное уменьшение количества моноцитов можно рассматривать как проявление в результате роста энтропии снижения иммунной защиты, так как моноциты, превращаясь в макрофаги в тканях, отвечают за представление антигена, пролиферацию и созревание Т- и В-лимфоцитов.

Анализ с помощью множественной регрессии способом пошагового включения переменных помог получить уравнение регрессии, по которому фактор энтропии может быть вычислен по минимальному числу предикто-

ров – иммунологических показателей:

$$Y = 1,43 - 0,40CD4 + 0,36CD16 - 0,32CD71$$
$$R^2 = 0,53, F = 4,19, p < 0,006, d = 2,02$$

Гистограмма остатков имеет нормальное распределение (рис.1), значение критерия Дарбина-Уотсона приближено к двум, что подтверждает адекватность регрессионной модели.

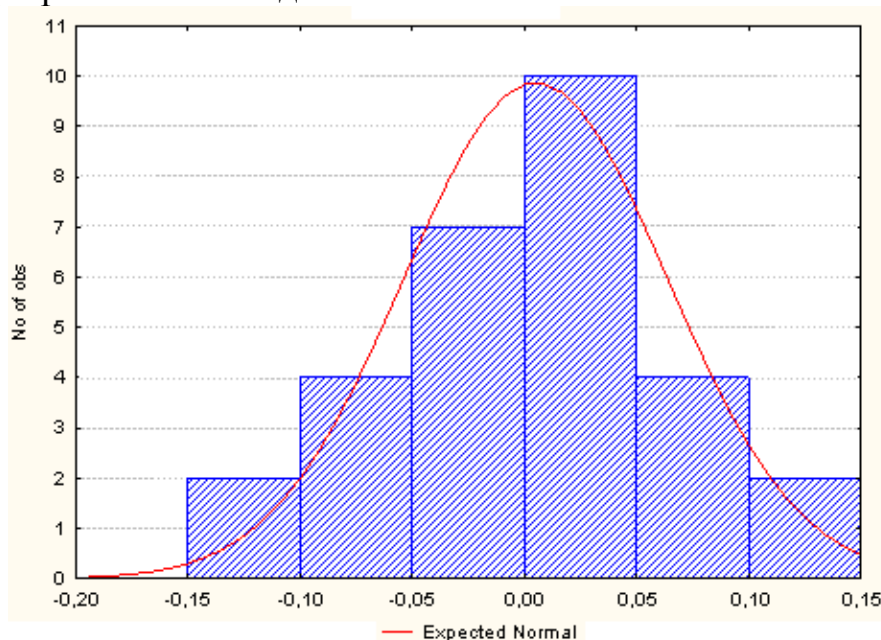


Рис. 1. Гистограмма необработанных остатков с наложением кривой нормального распределения

Исходя из построенной регрессионной модели, можно установить вклад иммунокомпетентных клеток в величину энтропии. Положительный регрессионный коэффициент у члена уравнения «CD16» указывает на роль в производстве энтропии натуральных киллеров, участвующих в фагоцитозе и антителозависимой, клеточно-обусловленной цитотоксичности. В тоже время по отрицательной величине регрессионных коэффициентов у членов уравнения «CD4» и «CD71» можно заключить об участии в купировании продукции энтропии инициаторов клеточного иммунного ответа Т-хелперов и активированных Т-лимфоцитов с рецептором к трансферрину.

Была также проанализирована факторная модель, включающая в себя четыре группы факторов. Первый фактор был представлен числовыми характеристиками кроунограммы с наибольшими факторными нагрузками у площади засветки изображения и изрезанности контура. Во втором факторе определяющими являлись иммунологические показатели: цитотоксические Т-лимфоциты ($CD8^+$), натуральные киллеры ($CD16^+$), активированные Т-лимфоциты с рецептором к трансферрину ($CD71^+$) и лимфоциты, меченные к апоптозу ($CD95^+$). Третий фактор включал Т-лимфоциты ($CD3^+$), лимфоциты с рецептором к интерлейкину-2 ($CD25^+$) и фагоцитарное число. Четвертый фактор был представлен только показателем энтропии (рис. 2).

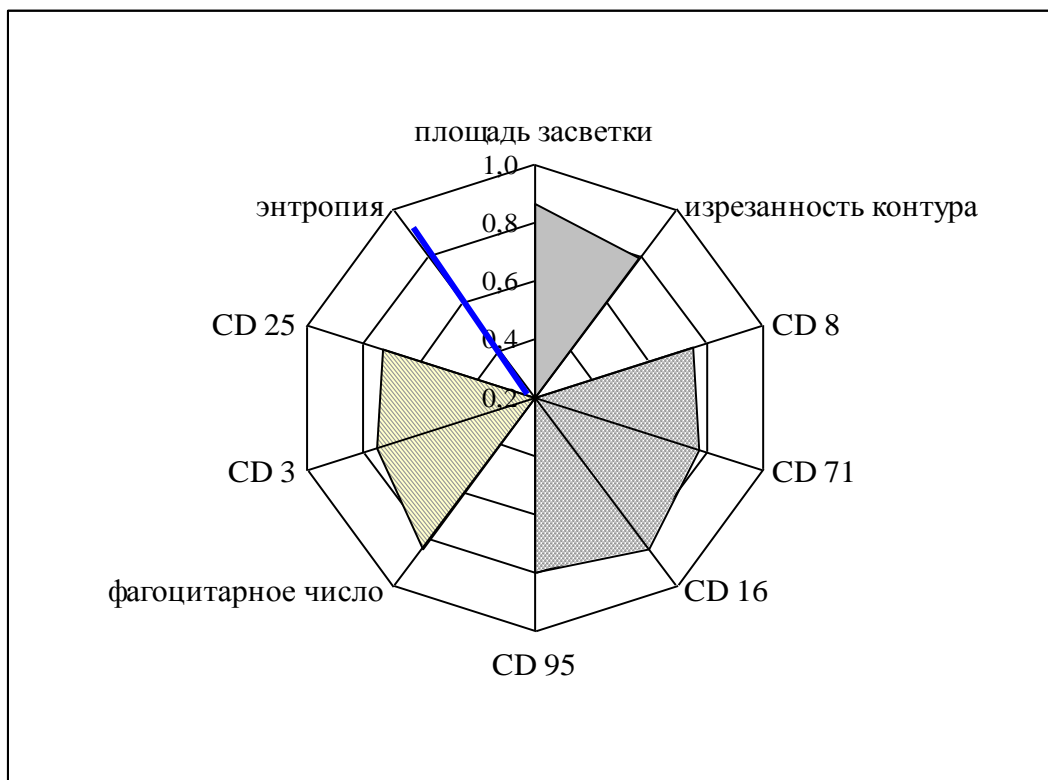


Рис. 2. Структура факторной модели

Таким образом, в построенной многофакторной модели, позволяющей оценить иммунологический статус, два из общих факторов (второй и третий) отвечают за его функциональное состояние, а два других (первый и четвертый) отражают уровень функционирования, одним из этих общих факторов является четко выделенный однокомпонентный фактор энтропии, которую можно рассматривать как результирующую величину устойчивости системы.

Заключение. Характерная для живой системы внутренняя стабильность поддерживается непрерывной компенсацией продукции энтропии вследствие происходящих внутри нее процессов, возвращающих систему к устойчивому стационарному состоянию. Как показало проведенное исследование, это, направленное на парирование роста энтропии действие, происходит за счет увеличения количества активированных Т-лимфоцитов с рецептором к трансферрину ($CD71^+$) и концентрации сывороточного трансферрина, что ведет к убыли энтропии в результате активации реакций биосинтеза. Впервые произведена верификация энтропии клинико-лабораторными показателями с возможным расчетом величины энтропии по нескольким иммунологическим параметрам. Это позволяет предвидеть направление развития процесса «здоровье-болезнь», так, возрастание энтропии сопровождается, в частности, уменьшением количества моноцитов, что может привести, в целом, к снижению иммунной защиты.

Список литературы

1. *Коротков, К. Г.* Энтропия и энергия в биологических системах. Биофизические механизмы активности «энергетических» меридианов / К. Г. Коротков, Б. Виллиамс, Л. А. Виснески // Сознание и физическая реальность, 2005. – Т. 10. – № 5. – С. 32–40.
2. *Крыжановский, Э. В.* Основы кроуноскопии. Анализ энергетических и адаптационных резервов организма Э. В. Крыжановский. – СПб. : «Политехника», 2008. – 8 с.
3. *Малахова, М. Я.* Показатели кроунограммы в оценке адаптационной устойчивости организма / М. Я. Малахова, Л. К. Добродеева, А. Г. Григорян, А. А. Попов, О. В. Зубаткина // Вестник СПб МАПО, 2010. – Т. 2, № 3. – С. 43–46.
4. *Опритов, В.А.* Энтропия биосистем В. А. Опритов. – Соросовский образовательный журнал, 1999.
5. *Пригожин, И.* Порядок из хаоса / И. Пригожин, И. Стингерс. – М. : Прогресс, 1986.
6. *Рубин, А. Б.* Термодинамика биологических процессов / А. Б. Рубин. – М. : Изд-во МГУ, 1984. – 283 с.
7. *Самойлов, В. О.* Медицинская биофизика / В. О. Самойлов. – СПб. : СпецЛит, 2004. – 496 с.

Э. В. Крыжановский, А. Г. Григорян, А. В. Чистов

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РЕЧИ В СУРДОКОММУНИКАЦИЮ

Введение. В настоящее время информация играет существенную роль в жизни человека. Необходимость перевода устной речи на язык жестов обусловлена важнейшей задачей обеспечения должного уровня жизни и информированности слабослышащих людей, а также их наибольшей и всесторонней социальной интеграцией. Проблема усугубляется тем, что языки жестов в отличие от обыкновенных национальных языков изучены недостаточно глубоко, и существующие словари не всегда предоставляют корректную и современную информацию.

Ключевой задачей является быстрое и беспрепятственное донесение важной информации (например, сообщений о стихийных бедствиях) с экрана телевизора. Разумеется, содержание любого новостного сюжета можно продублировать с помощью субтитров. Однако многие пациенты с врожденной глухотой осваивают язык жестов раньше, чем чтение, и в дальнейшем эта форма коммуникаций является для них более привычной и предпочтительной.

Наличие подобной системы в компьютерах позволит автоматически генерировать обучающие материалы, руководства и инструкции для слабо-

слышащих людей. Система позволит слабослышащим полноценно участвовать в обычных конгрессах, конференциях и семинарах.

Система позволит слабослышащим получать полноценную информацию с экранов телевизоров, потокового видео и радио из Интернета. Данная система станет идеальным инструментом для коммуникации людей с ограниченными возможностями, в том числе общающихся во время различных национальных языках, во время крупных мероприятий.

Обзор существующих методик. На сегодняшний день только в Японии и Англии есть упоминания о создании прототипов виртуального сурдопереводчика.

Анимированная система сурдоперевода, разработанная специалистами NHK (Япония), считывает строку текста, сравнивает слова и словосочетания в нем со своей базой данных и из имеющихся образцов жестов создает анимационный фильм, в котором мультипликационный сурдопереводчик демонстрирует введенный текст в виде языка жестов. Явным недостатком системы является то, что она основана лишь на преобразовании текста в язык жестов и представлена только на японском языке.

Компания IBM разработала систему под названием SiSi (Say It Sign It), которая автоматически преобразовывает человеческую речь в сообщения на языке жестов, но только на языке British Sign Language (BSL). Данная разработка базируется на нескольких технологиях. Сначала модуль распознавания речи конвертирует голосовое сообщение в текст, после чего система SiSi переводит его на язык жестов.

Общий и самый существенный недостаток представленных выше двух систем – это отсутствие поддержки русского языка и сурдоперевода.

Методы

Методики распознавания речи

Выделяют несколько основных способов распознавания речи.

1. Распознавание отдельных команд.

Суть технологии: раздельное произнесение и последующее распознавание слова или словосочетания из небольшого заранее заданного словаря.

Техническая реализация: точность распознавания ограничена объемом заданного словаря. При соблюдении этого условия данная технология позволяет достичь самой высокой достоверности распознавания.

Применение: в настоящее время наиболее ярким примером использования технологии распознавания отдельных команд в коммерческих приложениях является голосовая навигация по сайтам.

2. Распознавание по грамматике.

Суть технологии: распознавание фраз, соответствующих определенным заданным правилам (грамматике).

Техническая реализация: для задания грамматик используются стандартные XML-языки (VoiceXML), обмен данными между системой распо-

знавания и приложением, как правило, осуществляется по протоколу MRCP.

Применение: технология распознавания по грамматике широко применяется в системах голосового самообслуживания (СГС).

Поиск ключевых слов в потоке слитной речи.

Суть технологии: распознавание отдельных участков речи.

Техническая реализация: в этом случае речь может быть как спонтанной, так и соответствующей определенным правилам. Произнесенная речь не полностью преобразуется в текст, в ней автоматически находятся лишь те участки, которые содержат заданные слова или словосочетания.

Применение: данная технология распознавания часто применяется в поисковых системах, в системах мониторинга речи.

3. Распознавание слитной речи на большом словаре.

Суть технологии: эта технология наиболее близка к мечте человека о взаимодействии человека и машины – все, что сказано, дословно преобразуется в текст. Поэтому иногда эта технология так и называется STT – speech to text.

Техническая реализация: задача полноценного распознавания слитной речи не решена нигде в мире, однако достоверность распознавания уже достаточно высока для использования технологии на практике.

Применение: потенциальная сфера применения технологии в коммерческих целях довольно широка.

Обеспечение высокого качества распознавания

Качество распознавания зависит от двух факторов – **структуры каркаса системы распознавания речи** (набора программных модулей и алгоритмов, использующихся при распознавании) и **качества моделей** – акустических, языковых, тематических.

Перевод текста в жестовый язык 3D

Русский жестовый язык – язык жестов, используемый русскоязычным сообществом глухих и слабослышащих в России, а также сообществами глухих и слабослышащих на территории СНГ.

Для визуализации 3D-жестов используется технология **Риггинг**. **Риггинг** (rigging, animation setup, анимационный сетап). В 3D-анимации – это процесс подготовки персонажа к анимации, включающий создание и размещение внутри трехмерной модели рига (от англ. Rig – оснастка), виртуального «скелета» – набора «костей» или «суставов» (bones, joints), установления иерархической зависимости между ними и значений возможных трансформаций для каждой из этих костей.

Скелетная анимация, для которой и применяется риггинг (а с ним и скиннинг) удобна прежде всего тем, что позволяет манипулировать большим количеством составных элементов анимируемой фигуры (конечности, глаза, мышцы лица, губы и т. д.) с помощью относительно малого количества управляющих элементов – тех самых костей и их регулируемых характеристик (рис. 1).

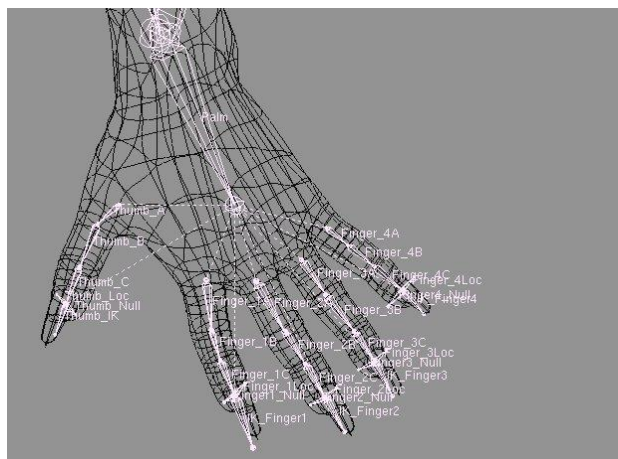


Рис. 1. Модель кисти руки с выстроенным ригом

Предварительные результаты. Разработанное программное обеспечение состоит из нескольких модулей. Сначала система распознает речь и переводит в текст, затем с помощью имеющегося словаря переводит его в язык жестов. Распознавание речи происходит при помощи технологии Google Voice Engine. Данная технология была выбрана как одна из совершенных и постоянно развивающихся на сегодняшний день. Использование данной технологии не накладывает ограничений на язык ввода информации и обладает обширной базой для обучения ввиду большого количества пользователей по всему миру. На сегодняшний день в базе насчитывается около 230 млрд слов на многих языках мира. Google также добавили возможность персонального распознавания речи и теперь программа может запоминать все слова, которые пользователь произносит во время поиска голосом. Используя эти записи, Google Voice Engine строит голосовую модель для конкретного пользователя, что позволяет лучше распознавать его речь в будущем.

Интерфейс программного обеспечения (рис. 2) многопользовательский с базой данных, которая позволяет сохранять все данные и пользовательские настройки, такие как тип аватара, словарь жестов.



Рис. 2. Интерфейс программного обеспечения

Для начала работы с программой человек проходит регистрацию: необходимо указать фамилию, имя, отчество, дату рождения и возможно загрузить свою фотографию.

Регистрация необходима для сохранения настроек пользователя. В дальнейшем планируется доступ к сервису как с мобильных устройств, так и со специально созданного сайта. Таким образом, доступ к нашему виртуальному помощнику возможно будет получить отовсюду.

На следующем этапе происходит обучение программы (рис. 3). По умолчанию в программе присутствует словарь русского жестового языка (RSL), составленный при помощи онлайн международного словаря жестов www.spreadthesign.com. Но пользователь может добавить, а также исправить существующие жесты.

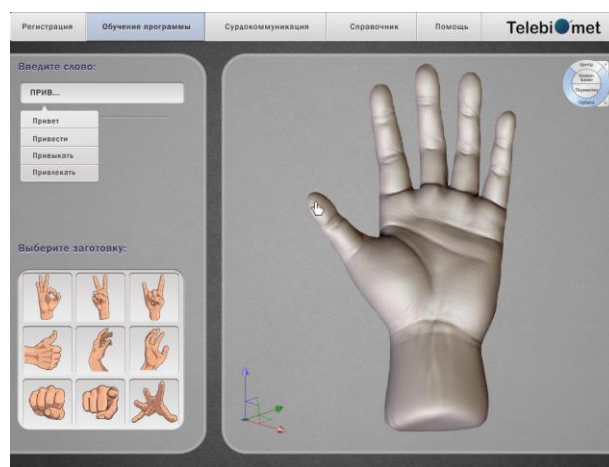


Рис. 3. Обучение программы, добавление жестов

Далее можно начинать непосредственно работать с программой. В процессе работы возможно настроить громкость записи и исправить распознанное слово в случае ошибки.



Рис. 4. Преобразование устной речи в язык жестов

Заключение. Создана базовая версия программных средств для преобразования звукоречевой формы связи в сурдокоммуникацию. Развитие разработанной системы позволит наилучшим образом интегрироваться слабослышащим людям в активное информационное и социальное пространство и существенно повысит качество жизни людей с ограниченными возможностями.

Список литературы

1. <http://www.spreadthesign.com/ru/>
2. *Davies, K.H.* Automatic Speech Recognition of Spoken Digits / K. H. Davies, R. Biddulph, S. Balashek // J. Acoust. Soc. Am. – 1952. –24 (6). – P. 637–642.
3. <http://mikepultz.com/2011/03/accessing-google-speech-api-chrome-11/>

Е. В. Бигдай, В. О. Самойлов

МУЗЫКА ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЖГУТИКОВ

Институт Физиологии имени И.П. Павлова РАН

E-mail: deanery@mphf.spbstu.ru

Методами световой и электронной микроскопии показано, что обонятельный эпителий покрыт плотным слоем обонятельных жгутиков (ОЖ). Их проксимальные и дистальные участки образуют параллельные пучки. Иногда пучки дистальных сегментов образуют петли [2, 5]. Известно, что на этих участках обонятельных жгутиков осуществляется восприятие пахучих веществ, поскольку здесь сосредоточены механизмы обонятельной трансдукции.

Вместе с тем, посредством прижизненной микроскопии обонятельной выстилки различных животных было показано, что ОЖ непрерывно движутся даже в отсутствие раздражителей [1].

Прежде считали, что двигательная активность ОЖ обеспечивает перемешивание в обонятельной слизи растворенных в ней молекул пахучих веществ, что повышает вероятность встречи одорантов с мембранными рецепторами. Однако это маловероятно, поскольку перемешивание слизевого секрета в носовой полости наземных позвоночных обеспечивается мерцательным эпителием [2]. По мнению А. А. Бронштейна [2], цилиарный аппарат обонятельных клеток является специализированной антенной, обеспечивающей активный поиск и обнаружение одорантов в слизи.

Основным методом нашего исследования была прижизненная телевизионная микроскопия высокого разрешения, позволявшая в реальном времени наблюдать движения одиночных ОЖ и их реакцию на стимулы.

Объектом исследования служили тонкие пласты обонятельного эпите-

лия лягушек, крыс и человека.

В качестве обонятельных стимулов применяли амиловый спирт, обладающий прогорклым запахом, камфору, цинеол с запахом душистого эвкалипта, ванилин, имеющий цветочный аромат, и аммиак, иницирующий острый запах. Необходимо отметить, что на предъявляемый раздражитель реагировала не вся поверхность выстилки, а определенные ее участки, чувствительные к данному запаху (разные для разных одорантов).

Для доказательства участия в движениях ОЖ динеин-тубулиновой молекулярной системы подвижную обонятельную выстилку обрабатывали колхицином (1 мг), который в высоких концентрациях разрушает микротрубочки посредством их деполимеризации.

Далее мы предположили, что изменения жгутиковых движений под действием одорантов связаны с реорганизацией актинового компонента цитоскелета, которая обнаруживается во всех клетках, включая простейшие, но не описана в обонятельных клетках. Вместе с тем в ОЖ лягушки-быка (*Rana catesbiana*) посредством биохимического анализа PAGE in SDS показано наличие около 30 протеиновых полос в геле, среди которых такие цитоскелетные молекулы, как актин с молекулярной массой 46 кДа и α - и β -тубулины с молекулярными массами 55 и 53 кДа, соответственно, которые идентифицировали посредством иммуноблоттинга [4].

Для проверки нашего предположения были проведены опыты, в которых сначала получали реакции ОЖ на стимул, затем (после отмывания его от одоранта) под непрерывным визуальным контролем в течение 20 мин обрабатывали обонятельную выстилку цитохалазином (4 мкг/мл), препятствующим полимеризации F-актина, а затем стимулировали одорантом на фоне цитохалазина. Для проверки результатов визуального анализа мы использовали конфокальную сканирующую иммунофлуоресцентную микроскопию. Препараты исследовали с помощью конфокального сканирующего микроскопа Leica (ФРГ). Для возбуждения флуоресценции использовали HeNe лазер с длиной волны 543 нм. Применяли сканирование в области флуоресценции на длине волны 580–640 нм.

Мы предположили, что движения жгутиков вне действия стимула обусловлены участием кальциевых каналов семейства TRP. Это предположение мы проверяли посредством обработки обонятельной выстилки рутениевым красным, который является ингибитором TRP каналов.

Другим нашим предположением было вовлечение в двигательную активность интактных ОЖ механочувствительных каналов. Для проверки этого предположения мы инкубировали препарат в растворе гадолиния, являющегося ингибитором механочувствительных каналов.

Визуальный анализ видеоизображения выявил, что в отсутствие одорантов ОЖ совершают неупорядоченные движения, напоминающие движения хлыста в руке погонщика, когда движатель сосредоточен в основании, а дистальный отдел следует за ним пассивно. В отсутствие одорантов ОЖ

двигаются в режиме рыскания. Они как будто приносятся к окружающей среде. Однако, задерживаясь в какой-либо точке, они быстро возвращаются назад.

Результаты наших исследований показали, что энергетическое обеспечение функционирования динеин-тубулиновой (Д-Т) системы подвижности, т. е. способности динеиновых ручек скользить вдоль микротрубочек, осуществляется АТФ, поскольку на фоне действия ротенона ОЖ останавливаются [3].

Вместе с тем молекулы динеина не способны взаимодействовать с тубулином микротрубочек в отсутствие внеклеточного кальция, так как при обработке обонятельной выстилки ЭГТА, а также рутениевым красным ОЖ останавливались. Это означает, что для функционирования динеин-тубулиновой молекулярной системы подвижности необходимо поступление ионов кальция в цитозоль ОЖ. Можно полагать, что он поступает в ОЖ через механочувствительные каналы семейства TRP.

Такое предположение было сделано нами на основе данных, полученных после обработки обонятельной выстилки рутениевым красным и гадолинием, в результате которой жгутики останавливаются.

Дистальный отдел ОЖ лишен полноценного опорно-двигательного аппарата. Вместе с тем в отсутствие одорантов ОЖ проявляют кратковременное упорядочение своей активности. Мы предположили, что в основе этого упорядочения движений ОЖ вне действия стимула лежит реорганизация цитоскелета в дистальном отделе ОЖ: в нем происходит кратковременная полимеризация мономерного актина.

Чтобы объективно доказать наличие перехода из неупорядоченного состояния в упорядоченное, недостаточно пользоваться только визуальным анализом видеоизображения. Поэтому в нашей лаборатории были разработаны объективные критерии такого перехода. Этими критериями служили энтропия, траектории движения кончика ОЖ в плоскости, перпендикулярной его движению (траектории, подобные фигурам Лиссажу), спектральный анализ, а также фармакологический анализ.

Оказалось, что под влиянием цитохалазина, ингибирующего полимеризацию актина, энтропия увеличивалась. Увеличение энтропии в системе является показателем увеличения степени ее неупорядоченности. Следовательно, вне действия пахучего стимула в дистальных отделах ОЖ существует полимеризованный актин, но эта полимеризация кратковременна.

Как показало определение частотного спектра этих движений, он охватывает довольно широкую область: от 0,1 до 3,18 Гц, но основные гармоники находятся в области низких частот (от 0,10 до 0,48 Гц). При этом средняя частота колебаний составляла $1,25 \pm 0,3$ Гц.

Под действием таких одорантов, как амиловый спирт и ванилин, характер двигательной активности жгутиков меняется. Движения становятся упорядоченными; дистальный отдел ОЖ активно движется в сторону одо-

ранта, приобретая направленное движение.

Математическая обработка видеоизображений показала, что под действием одорантов кончик ОЖ смещается в пространстве, направляясь к источнику запаха в градиенте его концентрации (рис. 1). Это сопровождается уменьшением энтропии (рис. 2). Следовательно, пахучие вещества с прогорклым и острым запахами упорядочивают двигательную активность ОЖ (рис. 2).

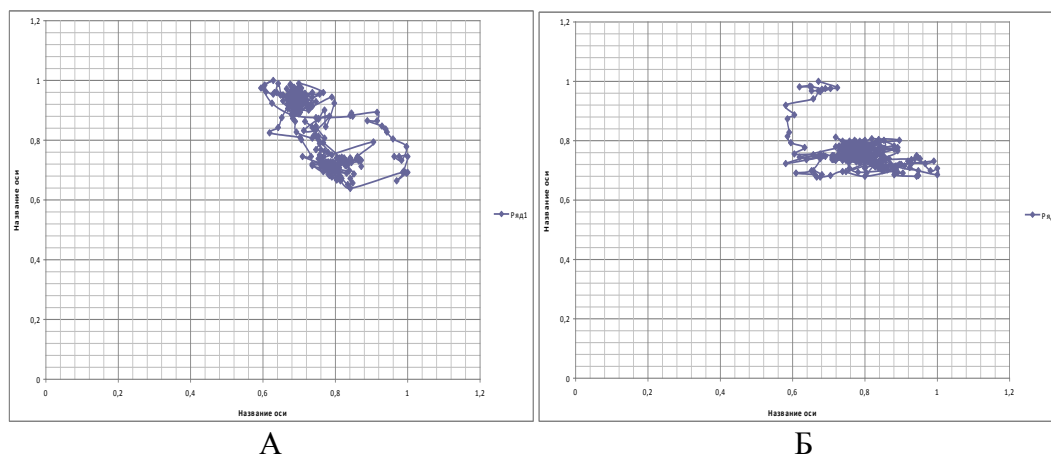


Рис. 1. Изменение траектории движения дистального конца обонятельного жгутика: А) до воздействия амиловым спиртом; Б) после стимуляции амиловым спиртом

По оси абсцисс – траектория движения кончика обонятельного жгутика вдоль оси «х»; по оси ординат – траектория движения кончика обонятельного жгутика по оси «у».

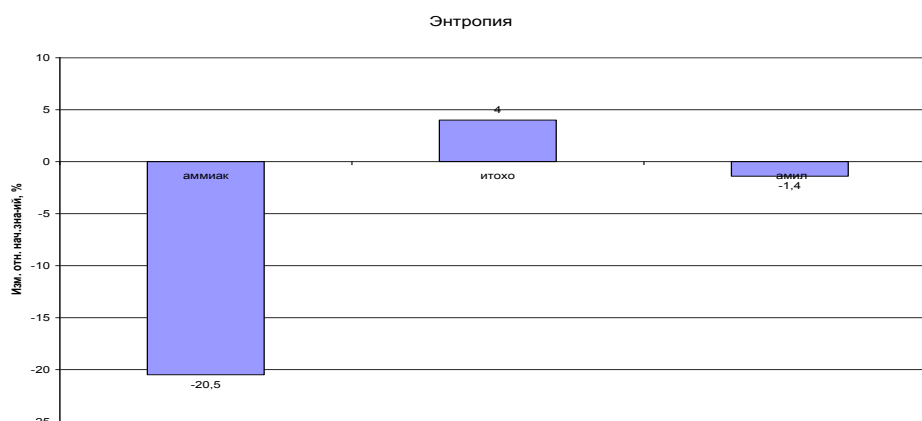


Рис. 2. Показатели энтропии

Под действием одорантов изменяется и частотный спектр сложного движения ОЖ. Спектр суживается и обедняется. Амплитуда основной гармоники увеличивается. Показано, что, например, под действием амилового спирта частота колебаний ОЖ снижалась на $27,51 \pm 2,78\%$. Эти данные объективно подтверждают результаты визуального анализа. Однако разные одоранты по-разному влияют на частоту движения ОЖ и их частотный спектр.

Если обратиться к визуальному анализу видеоизображения, то оказы-

вается, что снижение частоты движений ОЖ сопровождается упорядочением двигательной активности ОЖ: их дистальный отдел приобретает активное направленное движение в градиенте концентрации одоранта. При этом ОЖ, перемещаясь к источнику запаха, задерживаются время от времени на пути к нему (как будто замирают), а затем возобновляют свое движение в том же направлении. Под действием некоторых одорантов (например, аммиака) возможна также остановка ОЖ.

Обнаружив изменение гармонического спектра двигательной активности ОЖ под действием различных одорантов, мы попытались преобразовать движения ОЖ в звуки и найти «музыку» или «мелодию», которую «поют» ОЖ, характерную для разных одорантов. Первые шаги в осуществлении этой попытки увенчались первыми успехами. Теперь уже не только видно, но и слышно, что ОЖ реагируют на стимул, причем они по-разному звучат до и после действия запаха, а также при стимуляции разными одорантами.

Мы предположили, что упорядочение обеспечивается полимеризацией актина в дистальном отделе ОЖ, которая инициируется одорантом. Наше предположение было подтверждено в опытах с цитохалазином. Оказалось, что стимуляция ОЖ одорантами на фоне действия цитохалазина не вызывала их реакции на стимул.

Эти результаты подтвердились математическим анализом. Действие одоранта на фоне цитохалазина не вызывает смещения «фигуры Лиссажу», а следовательно, и направленного на стимул движения кончика ОЖ. Таким образом, в отсутствие полимеризации мономерного актина упорядочения двигательной активности ОЖ не происходит. Методом конфокальной сканирующей иммунофлуоресцентной микроскопии была выявлена флуоресценция полимеризованного актина в примембранной области. И полимеризация простиралась по всей длине ОЖ, включая и дистальный отдел. Если же обонятельный эпителий обрабатывали цитохалазином, то в примембранном слое обонятельных жгутиков нити полимеризованного актина не выявлялись, и не наблюдалось упорядоченного расположения ОЖ. Эти данные означают, что для упорядочения движений ОЖ необходима полимеризация актиновых филаментов в дистальных отделах ОЖ, инициируемая одорантами.

Таким образом, в механизме упорядочения двигательной активности ОЖ участвует тубулин-динеиновая, а актин-миозиновая молекулярная система подвижности.

Следовательно, двигательная активность ОЖ обеспечивается двумя молекулярными системами подвижности: динеин-тубулиновой, которая обеспечивает неупорядоченное движение вне действия одорантами, и актин-миозиновой, которая ответственна за упорядоченное перемещение ОЖ в сторону источника одоранта. Однако выяснилось, что актин-миозиновая система ОЖ функционирует и вне действия одорантов, подобно «пилот-

ным» псевдоподиям, которые образуют мигрирующие клетки в отсутствие в среде хемоаттрактантов. Формирующиеся при этом актиновые филаменты быстро образуются и распадаются, создавая предпосылки для очень быстрой сборки F-актина при появлении в среде одоранта.

Сложный процесс перестройки цитоскелета направлен на обеспечение направленного движения клеток в градиенте концентрации химических веществ (т. е. хемотаксис). Можно полагать, что обонятельные клетки, не имея возможности мигрировать, определяют градиент сигнальных молекул посредством упорядоченного движения своих ОЖ.

Список литературы

1. Бигдай, Е. В. Прижизненная микроскопия в исследовании двигательной активности обонятельных жгутиков / Е. В. Бигдай, В. О. Самойлов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2007. – № 2 (50). – С. 81–89.

2. Бронштейн, А. А. Обонятельные рецепторы позвоночных / А. А. Бронштейн. – Л. : Наука, 1977. – 160 с.

3. Руденко, Я. Н. Кинетика метаболических процессов в органе обоняния под действием одорантов / Я. Н. Руденко, Е. В. Бигдай, В. О. Самойлов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2007. – № 2 (50). – С. 90–100.

4. Anholt, R.R.H. A partially purified preparation of isolated chemosensory cilia from the olfactory epithelium of the bullfrog, *Rana catesbeiana* / R. R. H. Anholt, U. Aebi, S. H. Sneder // The Journal of Neuroscience. – 1986. – Vol. 6 (7). – P. 1962–1969.

5. Mair, R.G. Changes in morphology and physiology of olfactory receptor cilia during development / R. G. Mair, R. C. Gesteland, D. K. Blank // Neuroscience. – 1982. – Vol. 7. – P. 3091–3103.

*А. А. Меклер¹, Д. Р. Шварц², И. С. Князева³,
А. В. Ершов⁴, В. В. Дмитриенко⁴, В. М. Кавсан⁴*

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ В ОПУХОЛЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

²Санкт-Петербургский политехнический университет

³Главная астрономическая обсерватория РАН

⁴Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины, Киев

E – mail: mekler@yandex.ru

Опухоли головного мозга занимают особое положение среди злокачественных новообразований в связи с высокой опасностью для жизни пациента, сложностью ранней диагностики, прогностической оценки и высоким

требованиям к хирургическому вмешательству. Злокачественные новообразования центральной нервной системы крайне разнообразны по типу клеток-предшественников, по вкладу перерождения доброкачественных новообразований, по влиянию нейровирусных заболеваний и др., а также по клинической картине течения заболевания и прогнозу для пациента. Наиболее распространены нейроэктодермальные опухоли, происходящие из различных видов глии, ганглиозных клеток и т. д. Среди первичных опухолей центральной нервной системы более 46% относится к глиальным, на втором месте по распространенности стоят менингиомы (27%). Глиальные опухоли подразделяют на астроцитомы, олигодендроглиомы (обычно отличаются медленным ростом) и наиболее агрессивный тип – глиобластомы. Все указанные типы различаются средним возрастом пациентов, характером заболевания и другими характеристиками. Однако эта классификация недостаточна – глиобластомы могут как развиваться первично, так и образовываться на основе менее агрессивных опухолей, образуя вторичные новообразования. Гистологически эти заболевания практически неразличимы, в то время как характер течения и прогноз для пациента совершенно разные. Кроме того, в рамках каждого из выделенных подтипов наблюдают широкие вариации по клиническим проявлениям опухоли и по скорости ее распространения. Среди пациентов с глиобластомой наблюдали случаи значительно более долгого выживания, нежели в среднем. Все эти наблюдения заставляют предполагать гетерогенность происхождения глиальных опухолей и необходимость применения молекулярных признаков для характеристики и изучения механизмов их канцерогенеза.

При анализе многомерных признаков особое место отводится визуализации данных, т. е. такому представлению многомерных данных на двумерной плоскости, при котором, по крайней мере качественно отражены основные закономерности, присущие им. Такого рода задачи решаются с помощью самоорганизующихся карт Кохонена (СОК). СОК представляют собой нейронную сеть для автоматической кластеризации (без учителя), реализованную в виде решетки нейронов. Каждому нейрону (узлу решетки) соответствует вектор, размерность которого равна размерности пространства признаков. Обучение сети происходит таким образом, что в его результате эти векторы располагаются в пространстве признаков в местах локальных сгущений данных. При этом наиболее сходные векторы, характеризующие обучающую выборку, отображаются на карту вблизи друг друга.

Нами проведены эксперименты по классификации глиобластом с помощью данных по экспрессии 20 генов – использовалась выборка из 225 больных и 71 здоровых. Предварительные результаты обработки этих дан-

ных показали, что указанные профили поддаются кластеризации с использованием СОК. На рис. 1 показан пробный результат кластеризации этих данных.

При анализе имеющихся в распоряжении данных оказалось, что функции распределения по каждому из признаков (генов) существенно различаются. Это фактически означает, что предположение о разделимости классов, лежащее в основе успешности любой задачи классификации, выполняется. Однако функции распределения признаков перекрываются, и количество признаков велико, т. е. перед нами стоит задача классификации со сложной, нелинейной границей. В результате применения двухслойной нейронной сети с обратным распространением данные были разделены на 2 группы – норма и патология. На тестовой внешней выборке успешность классификации составила 97%. Кроме того, в процессе статистической обработки выяснилось, что показатели экспрессии генов сильно коррелированы между собой, и для успешного анализа необходимо выделять основные профили, что опять же может быть сделано с помощью СОК.

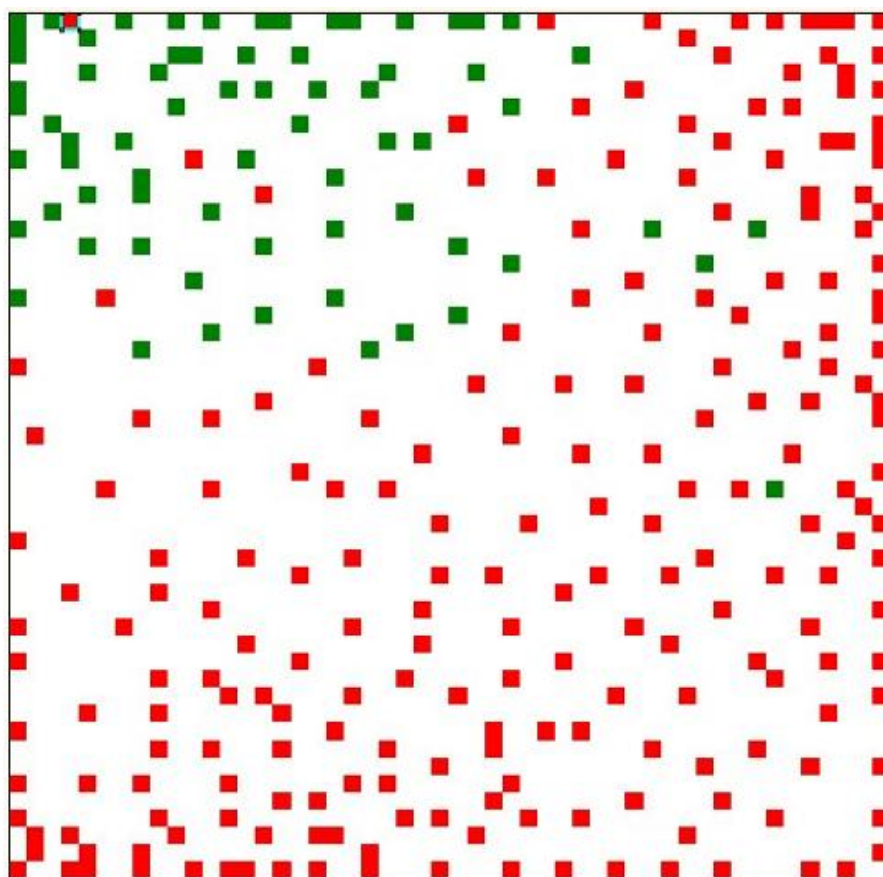


Рис. 1. Кластеризация профилей экспрессии генов при помощи СОК.
Зеленые точки – здоровая ткань, красные – глиобластома

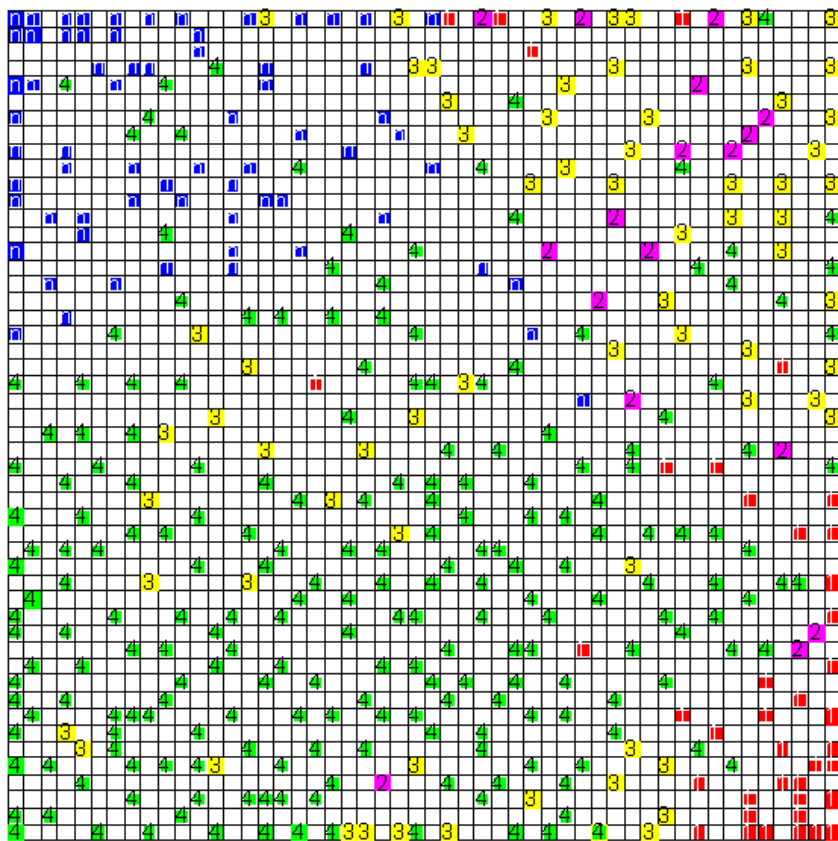


Рис 2. Кластеризация профилей экспрессии генов при помощи СОК: здоровая ткань – синий цвет; степени злокачественности опухоли (I, II, III, IV – по классификации ВОЗ) – красный, фиолетовый, желтый, зеленый

Наконец, СОК была обучена (обучающие векторы из тех же 20 генов) на 5 выборках – здоровая ткань и 4 степени злокачественности опухоли (по классификации ВОЗ). Объемы выборок – 71, 45, 17, 69 и 225 образцов для здоровой ткани и опухолей I, II, III и IV степени соответственно. На рис. 2 показан результат этой работы. Видно, что некоторые классы профилей хорошо кластеризуются, а некоторые смешаны. С нашей точки зрения при расширении набора генов в профиле экспрессии и правильном их подборе качество кластеризации может улучшиться.

Для оценки качества кластеризации на карте Кохонена можно воспользоваться предложенным нами методом (Меклер, Шварц, 2010, 2012) и выбрать набор генов, позволяющий наиболее качественно классифицировать опухоли разных степеней злокачественности.

Суть метода сводится к оценке расстояний на карте между нейронами-победителями, относящимися к одному классу и нейронами-победителями, относящимися к разным классам. В случае хорошей дискриминации классов на карте отношение усредненных значений этих расстояний будет минимальным.

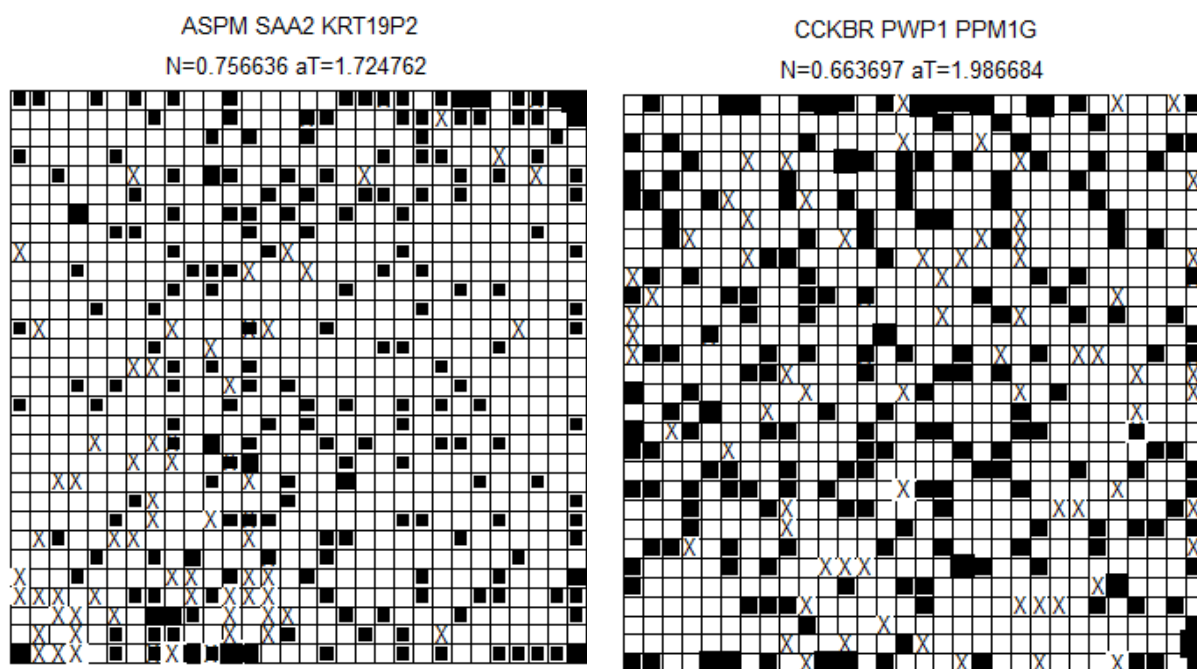


Рис. 3. Кластеризация двух видов опухолей на СОК.
Слева – набор генов, дающий хорошую кластеризацию, справа – плохую

Работа поддержана грантом РФФИ № 12-04-90434-Укр_а.

С. М. Лупехин

ГЕНЕРАТОР МЯГКОГО ИМПУЛЬСНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

E mail: sml50@mail.ru

Современные источники импульсного рентгеновского излучения по отношению к генераторам постоянного рентгеновского излучения обладают рядом существенных преимуществ – это малые габариты, достаточно высокая интенсивность рентгеновского излучения в импульсе, высокое временное разрешение [1]. Тем не менее, для обоих типов рентгеновских генераторов не решена одна из принципиальных задач – создание интенсивного источника мягкого рентгеновского излучения, работающих в диапазоне напряжений U (110^4 – 310^4) В. В применении к медицине этот диапазон особенно важен, поскольку решение целого ряда задач, существующих в области диагностики и терапии (например, рентгенотерапия суставов), требует создания такого источника. Предлагаемая рентгеновская система позволяет решать указанные задачи. Диодная система импульсной рентгеновской трубки состоит из анода – мишени (плоского либо конусного) и взрывоэмиссионного (ВЭ) катода (стержневого либо кольцевого). Геометрия диод-

ной системы позволяет сформировать у поверхности анода – мишени возбуждающий электронный пучок высокой интенсивности, который имеет линейный размер в поперечном сечении 0,5–1 мм, задающий линейный размер фокусного пятна.

Настоящая работа проводилась с целью создания источника импульсного рентгеновского излучения в диапазоне энергий W (110^4 – 310^4) В. Рабочая схема генератора рентгеновских импульсов приведена на рис. 1.

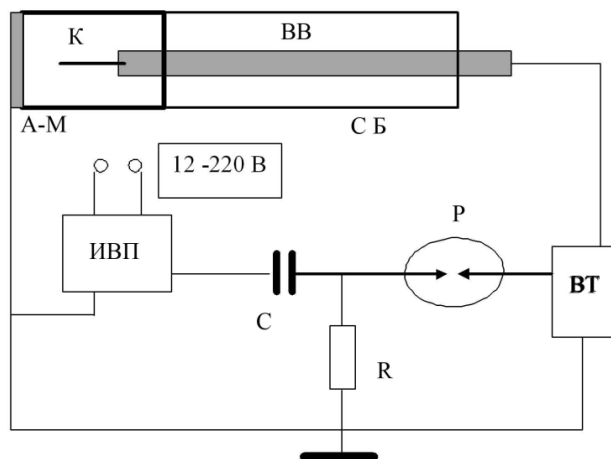


Рис. 1. Рабочая схема генератора рентгеновского излучения:

К – катод, ВВ – высоковольтный ввод, А-М – анод-мишень, СБ – стеклянный баллон, ИВП – источник высокого напряжения, С – конденсатор, R – балластное сопротивление, P – разрядник, ВТ – высоковольтный импульсный трансформатор

Геометрия диодной системы рассчитана таким образом, что сформированный в диодном зазоре электронный пучок, возбуждающий импульсное рентгеновское излучение, у поверхности анода имеет круглое сечение. Диаметр D_ϕ фокусного пятна рентгеновского излучателя имеет величину $D_\phi = (50-100)$ мкм. Генератор импульсного рентгеновского излучения состоит из рентгеновской трубки (рентгеновского излучателя) и генератора импульсов высокого напряжения. Рентгеновская трубка представляет собой вакуумно – плотный электроизолирующий корпус, в вакуумном объеме которого размещают диодную высоковольтную систему с катодом и анодом – мишенью. Катод закреплен с электрическим контактом на высоковольтном вводе и установлен напротив анода – мишени. Анод-мишень имеет окно вывода рентгеновского излучения из вакуумного объема. В рентгеновской трубке катод выполнен точечным, с площадью эмиссионной поверхности $S \leq 10^{-6}$ м². Анод выполнен в виде полого цилиндра, который имеет тонкостенный плоский торец из материала, прозрачного для рентгеновского излучения. На поверхность торцевого плоского рентгенопрозрачного окна со стороны вакуумного объема, напротив катода, наносят рентгеновскую мишень. Расстояние между катодом и анодом $D_{a-k} \geq 5 \cdot 10^{-4}$ м.

В качестве основы конструкции трубки использовался конструктивный элемент стандартной трубки БХ10.

Генератор импульсов высокого напряжения состоит из источника высокого напряжения с накопительной электрической емкостью и формирователя высоковольтных импульсов напряжения. Формирователь состоит из высоковольтного газоразрядного либо вакуумного коммутатора, последовательно соединенного с первичной обмоткой импульсного высоковольтного трансформатора.

Использование точечного катода с жестко ограниченной эмиссионной поверхностью совместно с анодом в виде полого цилиндра обеспечивает при импульсных рабочих напряжениях $U \approx (110^4 - 310^4)$ В импульсный электронный ток $I \sim (10 - 10^2)$ А на мишень, нанесенную на торцевую поверхность анода – мишени. При этом плотность тока электронного пучка на аноде $\sim (10^2 - 10^4)$ А/см² позволяет получать за импульс дозу рентгеновского излучения $\sim 10^{-2}$ Рентген.

Общая геометрия диодной системы рентгеновской трубки рассчитана таким образом, что позволяет получать фокусное пятно рентгеновского излучателя не более 0,5 мм.

Расстояние катод – анод $D_{a-k} \sim (10^4 - 10^2)$ м обеспечивает устойчивую работу излучателя при указанных выше импульсных напряжениях и длительности импульсов напряжения $\tau \sim (10^8 - 10^6)$ с. Частота включения импульсов может изменяться в диапазоне $F = (1 - 10)$ Гц.

Катод обеспечивает эффективную работу рентгеновской трубки при давлении остаточных газов в вакуумной колбе $\sim (10^4 - 10^7)$ Торр. Предлагаемая рентгеновская трубка работает без принудительного охлаждения анода-мишени. Испытания устройства в условиях максимальной интенсивности рентгеновского излучения показали рабочий ресурс $\sim 10^4$ импульсных включений.

Список литературы

1. *Иванов, С. А.* Рентгеновские трубки технического назначения / С. А. Иванов, С. А. Щукин. – Л. : Энергоатомиздат, 1989.
2. *Дронь, Н. А.* Рентгеновские импульсные трубки / Н. А. Дронь // Сильноточные импульсные электронные пучки в технологии. – Новосибирск : Наука, 1983. – С. 135–139.
3. Патент на полезную модель 2010122698/07 (032321) РФ, Генератор импульсного рентгеновского излучения / С. М. Лупехин, опубл. 27.05.2010.

А. С. Аджемов¹, Э. В. Крыжановский², А. Г. Григорян²

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ СКРИНИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ ЧЕЛОВЕКА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

¹*Московский технический университет связи и информатики;*

²*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

Введение

Актуальность проблемы организации профилактики здоровья и здорового образа жизни в трудовом коллективе обусловлены тем обстоятельством, что здоровье является не только необходимым условием нормальной жизни самого человека, но и стратегически необходимым компонентом для эффективного функционирования и успешности компании, в которой он работает. Как бы ни была высока квалификация сотрудника, проблемы со здоровьем и адаптационными резервами могут существенно уменьшить, если не полностью свести к нулю, производительность его работы и таким образом нанести ущерб компании.

Существующие при этом нормы отпусков содержат упущения, не гибки и не учитывают реальное состояние здоровья сотрудника. Ситуация с контролем состояния здоровья могла бы быть куда оптимистичнее, если бы классические методы диагностики были ненавязчивыми, простыми, доступными, неинвазивными и не явились времязатратными.

Поэтому часто оказывается, что современная высокотехнологичная медицина «встречает» человека уже в роли пациента, что неизбежно связано с убытками компании, иногда критическими и необратимыми.

В этой связи весьма насущным и современным является вопрос о поиске телеметрических технологий получения данных о психофизиологическом состоянии человека, контроля его адаптационных резервов в реальном масштабе времени. Причем способ получения информации о субъекте должен быть принципиально неявным, фоновым. Важно было бы определить состояния, предшествующие болезням, когда происходят критические изменения в адаптационных механизмах организма. Важным условием также является гармоничная интеграция системы контроля в атрибуты рабочего быта сотрудников.

Именно такими качествами обладает разработанная авторами, скрининговая система «Adaptation Reserve Monitoring» (ARM).

Метод

Работа скрининговой системы «ARM» основана на анализе изменений кожно-гальванической реакции (КГР) сотрудника.

Кожно-гальваническая реакция (КГР) – это изменение разности потен-

циалов и снижение электрического сопротивления между двумя участками поверхности кожи (Петровский Б. В., 1979). Она является одним из ведущих показателей состояния центральной нервной системы в оценке эмоциональной напряженности (Варламов В. А. и др., 2003; Филатова О. В. и др., 2010). Причина колебаний КГР заключается в усилении нервной активности человека, что сопровождается повышением секреции пота и возникновением гальванического тока на поверхности кожи.

КГР рассматривается как компонент ориентировочного рефлекса, оборонительных, эмоциональных и других реакций организма, связанных с симпатической иннервацией и мобилизацией адаптационных резервов организма.

КГР относится к числу наиболее распространенных показателей, что объясняется легкостью ее регистрации и измерения. Она успешно используется для контроля за состоянием человека при выполнении разных видов деятельности (диагностике функционального состояния), в исследованиях эмоционально-волевой сферы и интеллектуальной деятельности (Крауклис А. А. и Алдерсонс А. А., 1982).

Вопросу изучения КГР в условиях лабораторного и производственного эксперимента посвящено значительное количество работ как в России (например, Аминов Н. А., 1980; Соколов Е. М., 1994; Суходоев В. В., 1997), так и за рубежом (Edelberg, R. & Wright, D. J., 1962; Jacobs S. C., Fridman R. & Parker J. D., 1994; Martin. I. & Venables P. H., 1980; Shell A. M., Dawson M. E. & Fillion D. L., 1983; Wang, G. H., 1957).

Кожная реакция сопровождает все психические процессы человека, особенно если они носят явную эмоциональную окраску, являясь суммарным биологическим эффектом, характер которого определяется функциональным состоянием большого количества органов и тканей организма и позволяет в отдельных случаях довольно тонко анализировать психофизиологические реакции человека (Подшибякин А. К., 1949; 1952; 1955; 1960).

Состояние психоэмоциональной сферы, в свою очередь, значительно влияет на степень адаптации функциональных систем организма к постоянно изменяющимся внешним условиям. Отсюда следует, что КГР позволяет также оценивать адаптивные ресурсы сотрудника (Н. А. Аминов, 1980; Л. В. Антоненко, 1971; Г. Г. Аракелов & Е. К. Шотт, 1998).

Таким образом, показатели КГР позволяют объективно проводить скрининг уровня эмоционального напряжения и адаптационных резервов сотрудника.

В рамках данной области применения разработана специализированная компьютерная мышь, которая, помимо выполнения основной функции, способна производить измерение показателей КГР в режиме реального времени (рис. 1). При выявлении значимых отклонений показателей, связанных с изменениями уровней адаптационных резервов сотрудника, система будет оповещать самого сотрудника, а также, дистанционно, – работника, связанного с

медицинской деятельностью в компании, а в конечном итоге, возможно напрямую, – ее руководителя. Способы и список оповещаемых может корректироваться и формироваться по требованию заказчика.



Рис. 1. Специализированная компьютерная мышь

Изолируясь от абсолютных значений КГР и принимая за физиологическую норму рост сопротивления в фазе релаксации и уменьшение сопротивления в фазе концентрации, можно строить объективную картину психофизического состояния человека.

Еженедельно проводится калибровка системы.

В качестве калибровки проводят тестирование по стандартной программе «релаксация – концентрация». Вначале производится регистрация в период установления переходных процессов и стабилизации показателя КГР (1 мин). Затем следуют периоды релаксации (5 мин) и концентрации (3 мин) с установкой для испытуемого на достижение состояний максимального расслабления или мобилизации соответственно. В процессе тестирования при калибровке фиксируется три значения КГР:

- в конце первой минуты, по завершении переходных процессов;
- в конце четвертой минуты, по завершении фазы релаксации;
- в конце девятой минуты, по завершении фазы концентрации.

По окончании времени тестирования строится график, отражающий качественную сторону процесса, а также количественную оценку базового уровня адаптационных резервов, что важно отметить, в условных единицах, т. е. не зависящих от абсолютных значений сопротивления сотрудника.

Различные физиологические нормы абсолютных значений электрокожного сопротивления таким образом, не являются преградой для изучения уровня активности симпатической нервной системы и оценки нейропсихического напряжения человека.

Далее в течение дня фиксируются все изменения КГР и определяется доля процессов мобилизации и релаксации, что отражается на параметре интегральных адаптационных резервов сотрудника (рис. 2, 3).

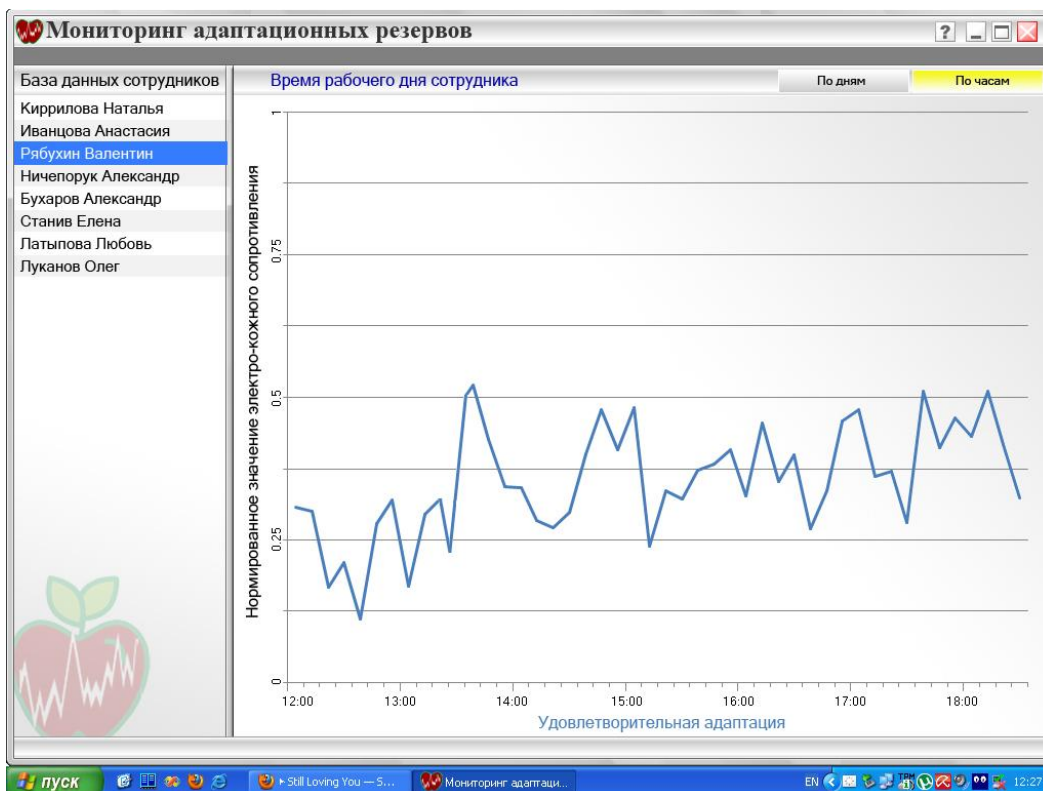


Рис. 2. Отображение информации о состоянии адапционных резервов сотрудника

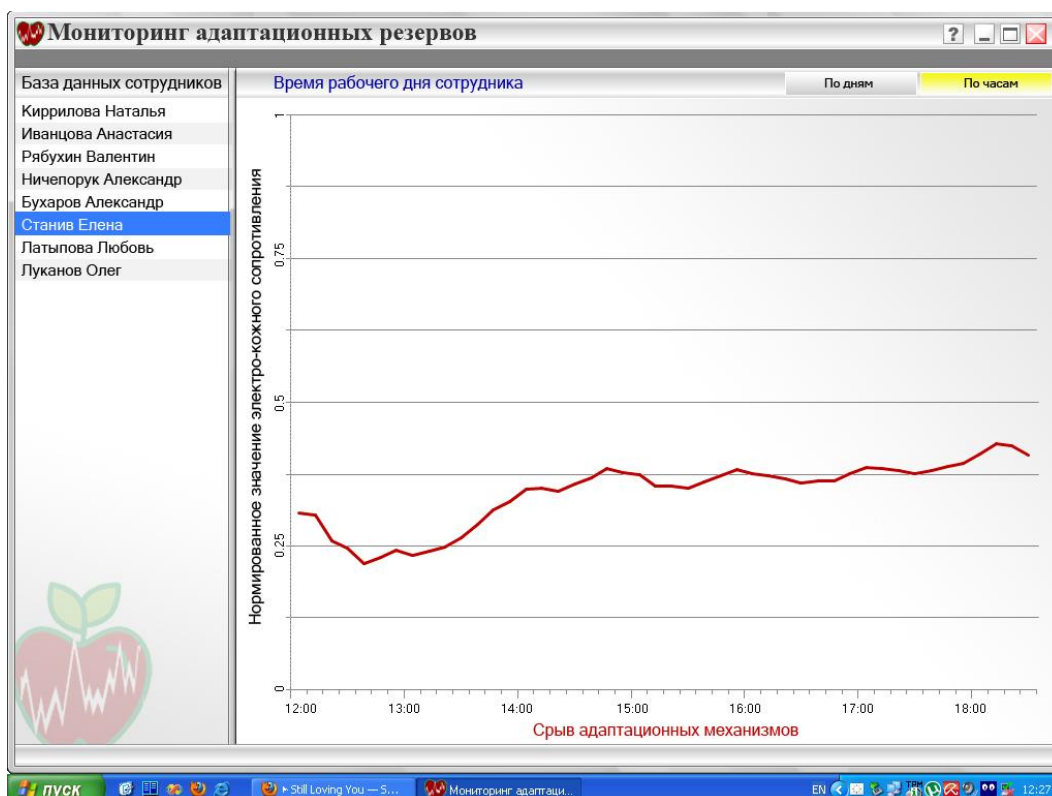


Рис. 3. Отображение информации о срыве адапционных резервов сотрудника

Выводы

Разработанная телеметрическая скрининговая система «ARM» позволяет неявно и в фоновом режиме проводить мониторинг адапционных ре-

зервов организма и риски заболеваний. Процесс скрининга состояния сотрудника является объективным и не времязатратным. При этом руководитель оперативно и в режиме реального времени уведомляется о критическом понижении адаптационных резервов организма сотрудника, тем самым предоставляется возможность сохранить его здоровье. Значит, увеличивается производственная эффективность и существенно понижаются риски убытков, что способствует успеху и процветанию компании. Кроме того, эти данные могут быть использованы для принятия управленческих решений, например предоставления сотруднику отпуска, временного освобождения от работы и т. д., когда выявленное плохое состояние здоровья сотрудника может повлиять на результаты работы компании.

Список литературы

1. *Аминов, Н. А.* Скорость изменения кожного сопротивления как показатель функционального состояния при свободном и навязанном режиме работы / Н. А. Аминов. – М. : Наука, 1980.

2. *Антоненко, Л. В.* Количественная оценка физиологических показателей космонавтов во время полета космических кораблей «Союз-6» и «Союз-8» / Л. В. Антоненко // Актуальные вопросы космической биологии и медицины. – М. : 1971. – С. 6–7.

3. *Аракелов, Г. Г.* КГР как проявление эмоциональных, ориентировочных и двигательных составляющих стресса / Г. Г. Аракелов, Е. К Шотт // Психологический журнал. – 1998. – № 4. – С. 7–79.

4. *Варламов, В. А.* Углубленные кадровые проверки / В. А. Варламов, Г. В. Варламов, Н. М. Власова, И. С. Зубрилова, М. Б. Котомин. – М. : 2003.

5. *Большая медицинская энциклопедия* / под ред. Б. В Петровского. – М. : Советская энциклопедия, 1979.

6. *Подшибякин, А. К.* Топография потенциалов кожи / А. К. Подшибякин // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1949. – № 11. – С. 343–346.

7. *Подшибякин, А. К.* Влияние головного мозга на взаимоотношения между активными и сопряженными точками кожи / А. К. Подшибякин // Журнал высшей нервной деятельности. – 1952. – № 2 (2). – С. 198–204.

8. *Подшибякин, А. К.* Об изменении электрических потенциалов во внутренних органах и связанных с ними «активных точках кожи» / А. К. Подшибякин // Физиологический журнал СССР. – 1955. – № 3, С. 357–362.

9. *Подшибякин, А. К.* Значение активных точек кожи для эксперимента и клиники / А. К. Подшибякин. – Киев, 1960.

10. *Соколов, Е. М.* Психофизиология эмоций и ориентировочный рефлекс / Е. М. Соколов // Иностранная психология. – 1994. – №2 (4). – С. 67.

11. *Суходоев, В. В.* Оценка компонентов активации психофизиологического состояния человека по кожногальванической реакции / В. В. Суходоев // Психологический журнал. – 1997. – № 18 (5).

12. *Филатова, О. В.* Психолого-педагогические основы повышения профессиональной компетентности преподавателя высшей школы / О. В. Филатова, К. В. Сергеева, Е. Б. Акинина. – Владимир: Из-во ВГУ, 2010.

13. *Крауклис, А. А.* Условия возникновения и закономерности динамики кожно-гальванической реакции / А. А. Крауклис, А. А. Алдерсонс // Физиология человека. – 1982. – № 8 (6). – С. 910–918.

14. *Edelberg, R.* Two GSR effector organs and their stimulus specificity (Rep. October) / R. Edelberg, D. J. Wright // 2nd Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research, Denver, 1962.

15. *Jacobs, S.C.* Use of skin conduction changes during mental stress testing as an index of automatic arousal in cardiovascular research / S. C Jacobs, R. Fridman, J. D. Parker // Amer. Heart. J. – 1994. – № 128 (6). – P. 1170.

16. *Martin, I.* Techniques in psychophysiology / I. Martin, P. H Venables. – N.Y., 1980.

17. *Shell, A. M.* Psychophysiological correlates of electrodermal lability / A. M. Shell, M. E. Dawson, D. L. Filion // Psychophysiology. – 1983. – № 20. – P. 498.

18. *Wang, G. H.* The galvanic skin reflex. A re-view of old and recent works from a physiologic point of view / G. H. Wang // Amer. J. Phys. Med. – 1957. – № 36. – P. 295.

В. М. Дегтярев, М. Танобиан

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СЕТИ РЕСПУБЛИКИ КОТ Д`ИВУАР

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

Телемедицина является выдающимся приложением новых информационных технологий, нацеленным на упрощение доступа к специализированным лечебным услугам. В 2002 году была создана телемедицинская сеть, объединившая несколько стран франкоязычной Африки, – RAFT (Reseau en Afrique Francophone pour la Telemedecine – Телемедицинская Сеть Франкоязычной Африки).

Республика Кот д`Ивуар присоединилась к сети RAFT в 2005 г. В рамках RAFT в Кот д`Ивуаре начали работать 6 врачей и один инженер в области информационных технологий.

Сеть объединяет Буркина-Фасо, Камерун, Кот д`Ивуар, Мали, Мадагаскар, Марокко, Мавританию, Нигер, Руанду, Сенегал и Тунис.

Телемедицинская сеть поддерживается в Кот д`Ивуар следующими организациями:

- Факультетом медицинских наук Университета Кокоди;
- Швейцарским центром научных исследований Абиджана (CSRS);
- Госпиталем университетской больницы Йопугон в Абиджане.

Схема телемедицинской сети в республике Кот д`Ивуар показана на рис. 1.

Определенные успехи в развитии телемедицинской сети в Кот д`Ивуаре уже достигнуты, о чем свидетельствуют:

- наличие некоторого количества полноценных локальных сетей, имеющих возможность взаимного обмена информацией;
- уровень технической поддержки, позволяющий передачу и прием не только аудио, но и видеосигналов, причем изображений как статических, так и динамических, с разрешением, позволяющим проводить онлайн консультирование пациентов;
- наличие медицинских кадров, способных работать с информацией в телекоммуникационных сетях.

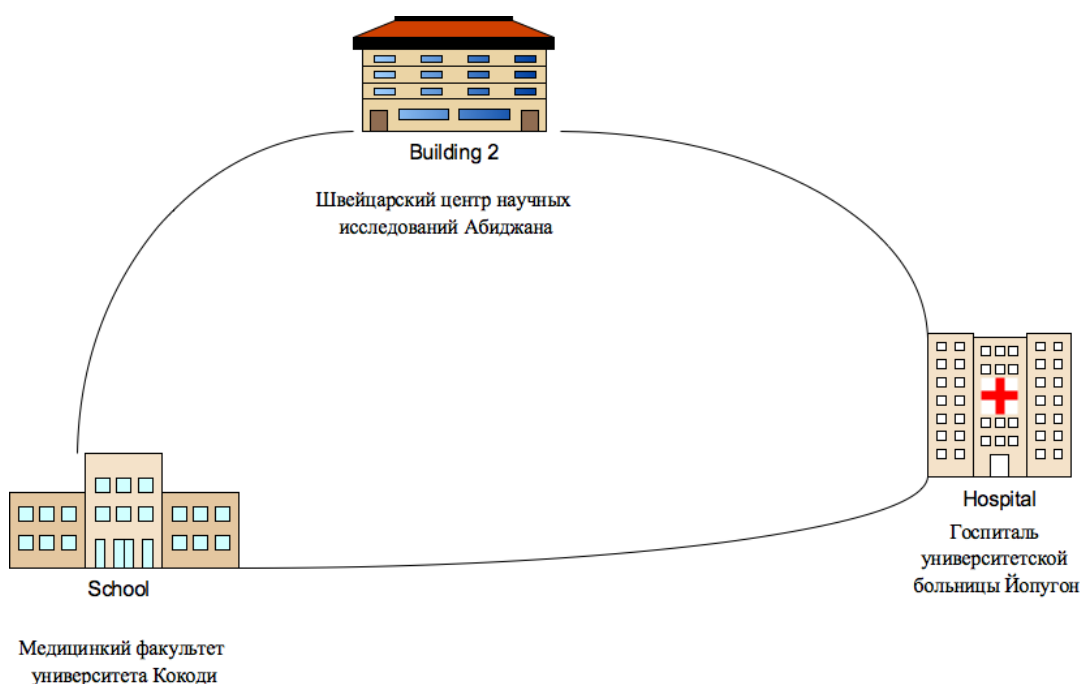


Рис. 1. Схема телемедицинской сети в Республике Кот д`Ивуар

Однако дальнейшему развитию телемедицины в Республике Кот д`Ивуар препятствует целый ряд проблем:

- недостаточная техническая оснащенность существующих телемедицинских центров;
- отсутствие телемедицинских центров в ряде крупных городов страны;

- отсутствие районных телемедицинских центров в небольших населенных пунктах страны;
- недостаток фактического материала для разработки полноценного проекта телемедицинской сети страны;
- необходимость экономической оценки разработки и эксплуатации сети применительно к предоставляемым данной сетью медицинским услугам.

Решение перечисленных проблем на первом этапе развития телемедицинской сети, охватывающей всю страну, возможно путем моделирования и компьютерного эксперимента, что позволит создать сеть при определенных требованиях с минимальными экономическими ресурсами.

Для решения задачи моделирования телемедицинской сети необходимы следующие данные:

Геоинформационные данные о населенных пунктах страны;

Численность населения в пунктах страны;

Виды и объем услуг, предоставляемых по телемедицинской сети;

Перечень технического оборудования и программного обеспечения для предоставления услуг;

Численность персонала и стоимость эксплуатации.

В данной работе определены данные, необходимые для моделирования сети телемедицины республики Кот д'Ивуар.

На рис. 2 представлена карта страны, на которой представлена модель телемедицинской сети. На ней проведены линии связи (расстояния) между населенными пунктами, проставлена скорость обработки информации в центрах телемедицины. Необходимая скорость обработки и передачи информации определялась через консультационные услуги, которые подразделяются на следующие виды:

- Домашний врач;
- Операция;
- Консультация медиков;
- Обучение медиков.

В табл. 1 приведены данные по объемам и скорости передаваемой информации для различных видов услуг.

В модели предусмотрены волоконно оптические и радиотехнические средства связи. Сеть моделируется с использованием современных электронно-вычислительных сетевых комплексов и основная задача состоит в минимизации оборудования и программного обеспечения применительно к предоставляемым услугам.

Анализ данных, необходимых для построение модели телемедицинской сети даже для такой небольшой по мировым масштабам страны, показал, что необходимо учитывать большое число параметров для каждого узла сети, которые могут значительно отличаться друг от друга и поиск оптимального экономического критерия в распределенной сети весьма затруднен.

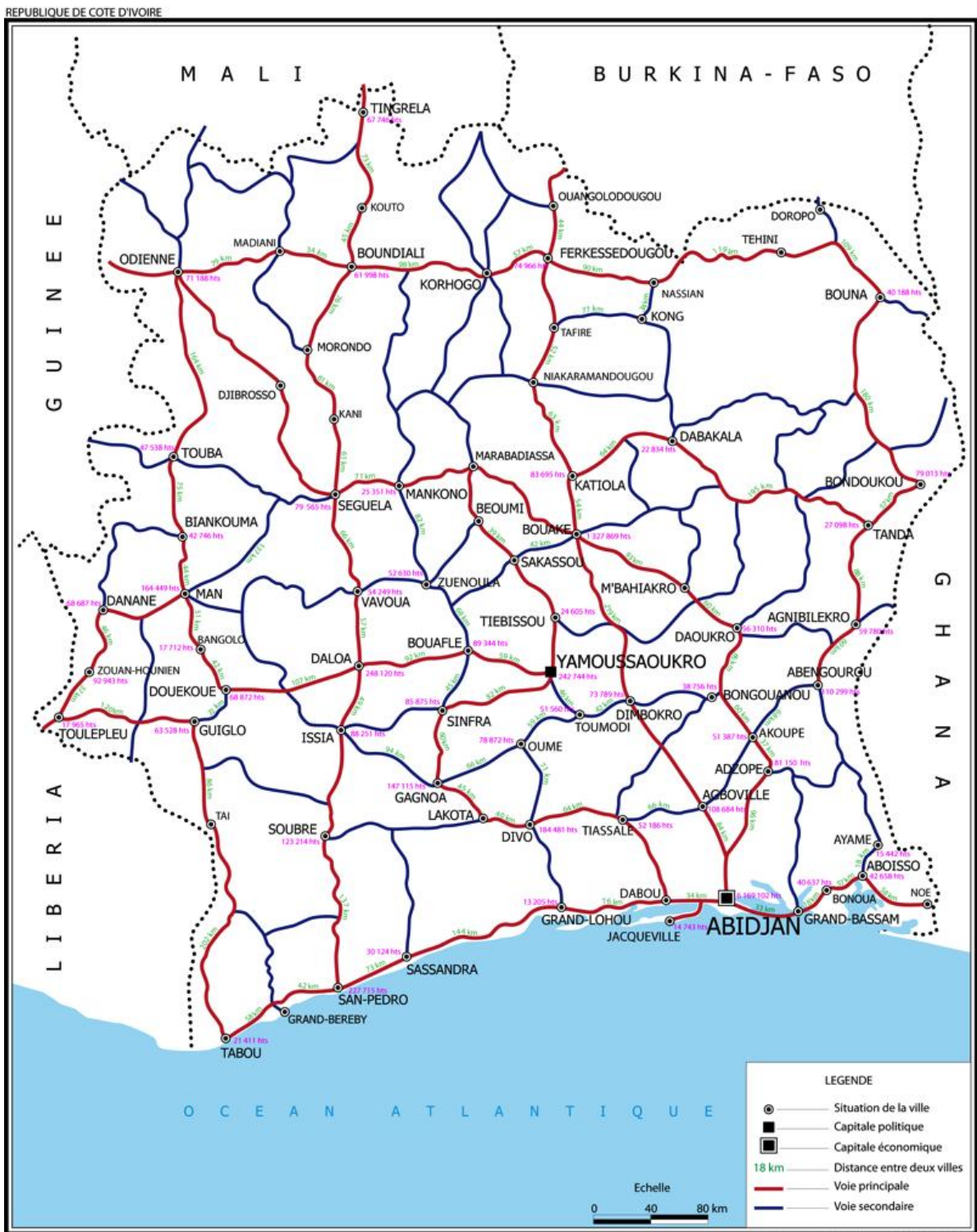


Рис. 2. – Модель телемедицинской сети республики Кот д'ивуар

Таблица 1

Объемы и скорости передаваемых услуг

Название услуг	Передаваемая информация	Тип информации	Объем, Мбайт	Скорость, кбит/сек
Консультация по e-mail	Описание клинической ситуации	Текстовая	0,01 – 0,1	56
Консультация по простым графическим материалам	Рисунки-схемы, выполненные в графическом редакторе (bmp, gif и т.п.)	Графическая	0,01 – 0,1	56
Консультация по звукам характеризующим состояние больного	Хрипы, кашель, тоны сердца и т.п.	Звуковая	От 0,1	172
Консультация по сложным черно-белым изображениям	Рентгенограмма 1530x1760 пикселей глубиной цвета 12 Бит	Монохромная, графическая	5,39	128
Консультация по сложным цветным изображениям	Цветное изображение, 1530x1760 пикселей, глубиной цвета 24 Бит	Цветная, графическая	8,1	128
Консультации по Фотоматериалам	Отсканированные фотографии	Графическая	0,15 – 1,5	128
	Съемки с цифровых фото и видеокамер	Фото, видео (при неподвижной съемке)	0,15 – 3	128
Консультации по видеоматериалам	Подготовленное видеоизображение (например, в формате.avi)	Видео (при подвижном изображении)	1-10	128
Проведение конференции, обучение.	Видеоконференция без проведения диагностики, высокая синхронность аудио и видеоинформации	Видео-поток в реальном времени		128
Видеоконференция, с проведением Диагностики	Видеоизображение проведения диагностики	Видео-поток в реальном времени		384
Консультация по сложным случаям, операция	Видеоизображение проведения операции	Видео-поток в реальном времени		От 1.54

Для построения телемедицинской сети республики Кот д'ивуар предлагается иерархическая трехуровневая сеть, состоящая из государственного

центра, расположенного в городе Абиджан, где для этого есть все условия, на втором уровне разместить районные центры в городах с наибольшим числом жителей, на третьем уровне разместить городские центры с ограниченным списком предоставляемых услуг. Такое построение модели снижает многокритериальность сети и позволяет быстрее достигнуть оптимального результата при моделировании и проектировании сети.

Список литературы

1. Телемедицина. Становление и развитие //Материалы международного научно-практического семинара; под. ред. Р. М. Юсупова и Р. И. Полонникова. – СПб. : ЗАО НПО «Омега» БФ, 2000.

2. *Волкова, В. Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – СПб. : СПбГУ, 1997.*

Вставка – Конф. 3: Инфокоммуникации в нейробиологии и психологии

**БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
«ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР» НА ОСНОВЕ НОВОЙ МЕТО-
ДИКИ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Тульский государственный университет

E-mail: tomashvili_anna@mail.ru

Ведущая роль в теоретической и экспериментальной разработке интерфейса «мозг-компьютер» в нашей стране принадлежит кафедре физиологии человека и животных биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова под руководством доктора биологических наук, профессора А. Я. Каплана.

Решающая роль в построении интерфейса «мозг-компьютер» (ИМК) принадлежит способу, которым выделяется ответ мозга на внешний раздражитель. Ввиду индивидуальности таких откликов возникает необходимость предварительной настройки (около двух минут). Такое сравнительно большое время настройки (хотя оно признано минимальным) необходимо для накопления и осреднения, выделения характерных признаков ответа. При этом фактически исследователь опирается на основную гипотезу метода вызванных потенциалов об идентичности ответов на стимул.

Рассматривается новая методика вызванных потенциалов головного мозга: метод регистрации и отображения вызванных потенциалов (ВП). Методика ВП мозга традиционно проводится способом выделения, усреднения слабых потенциалов биоэлектрической активности мозга при подаче афферентных стимулов во время регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Виды подаваемых стимулов могут быть как экзогенные – зрительные, слуховые, чувствительные, так и эндогенные – когнитивные. Большим преимуществом методики ВП является ее неинвазивность, единый алгоритм трактовки, информативность.

Сложность регистрации ВП заключается в том, что ответы мозга значительно ниже активности спонтанной ритмики ЭЭГ и других сигналов, но имеют с ними общий спектр. Основным методом, который используется в настоящее время для выделения ВП, является метод синхронного накопления и усреднения [1]. Сущность метода заключается в многократной подаче стимулов и суммации каждого последующего ответа с предыдущими. Вместо методики синхронного накопления часто применяют метод когерентного усреднения, когда ответы не только суммируют, но и делят на число суммаций. После нескольких десятков усреднений соотношение ВП к шуму спонтанной ритмики ЭЭГ достаточно, чтобы достоверно выделить сигнал ВП. К шумам относят все процессы, не связанные со стимулом, которыми могут являться как ритмы спонтанной ЭЭГ, так и различные артефакты (аппаратные и физиологические).

С помощью метода синхронного накопления и когерентного усреднения могут быть выделены различные ответы мозга, связанные со стимулом или с какими-то повторяющимися событиями. В зависимости от вида подаваемого стимула выделяют несколько видов ВП: зрительные, соматосенсорные, слуховые, когнитивные, моторные, тактильные.

Известный способ [2] позволяет получить единичные реализации когнитивных ВП. Альтернативным методом исследования центральной нервной системы (ЦНС) являются психофизиологические исследования, при которых фиксируется время моторной реакции как завершающей стадии психического акта. Методология таких исследований существенно расходится с электрофизиологическими, даже в случае обращения к одной и той же функциональной системе (например, при регистрации когнитивных ВП Р300 испытуемый должен нажимать кнопку, как и при определении сенсомоторной реакции на звуковой стимул).

В работе представлен модифицированный способ, включающий дополнительно регистрацию сенсорных ответов ЦНС на фотостимуляцию (зрительный ВП), что позволяет одновременно оценить сенсорную, когнитивную и моторную реакции.

В рассматриваемом способе подавляется основной ритм ЭЭГ при помощи фазочувствительного фильтра (ФЧФ). Структурная схема ФЧФ приведена на рис. 1.

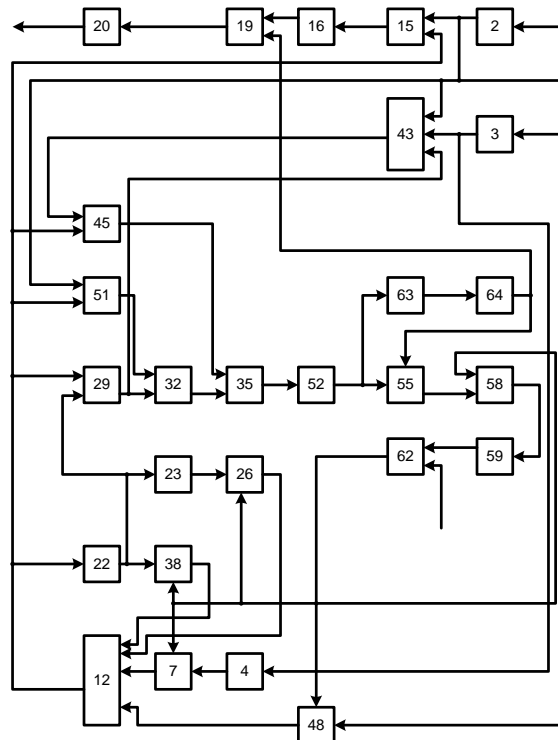


Рис. 1. Блок-схема фазочувствительного фильтра:

- 2 – электроэнцефалограф; 12, 15, 29, 35, 43, 51, 58, 62 – сумматоры;
- 3, 4, 22, 23, 59 – линии задержки; 7, 26, 38, 46 – усилители с регулируемым коэффициентом усиления; 16 – блок анализа; 19 – блок управления; 20 – фотостимулятор;
- 32, 45 – фазовые детекторы; 52 – усилитель; 63 – сглаживающий фильтр;
- 64 – пороговое устройство; 55 – блок переключения

Сигнал U_2 поступает на входы системы, включающей сумматор 12 с линиями задержки 3, 4, 22, 23, усилителями 7, 26, 38, 48 с регулируемыми коэффициентами усиления (вместе они образуют узкополосный фильтр). Линии задержки выполняются одинаковыми и обеспечивают чистое запаздывание своих выходных сигналов относительно входных на величину τ (выбирается в диапазоне 1–3 мс). Коэффициенты усиления усилителей 7, 26, 38, 48 определяются соответственно формулами

$$K_{48} = \frac{2 \cdot \omega_{\Pi} \cdot \tau}{\omega_p^2 \cdot \tau^2 + 2 \cdot \omega_{\Pi} \cdot \tau + 4},$$

$$K_7 = -\frac{2 \cdot \omega_{\Pi} \cdot \tau}{\omega_p^2 \cdot \tau^2 + 2 \cdot \omega_{\Pi} \cdot \tau + 4},$$

$$K_{38} = \frac{2 \cdot \omega_p^2 \cdot \tau^2 - 8}{\omega_p^2 \cdot \tau^2 + 2 \cdot \omega_{\Pi} \cdot \tau + 4},$$

$$K_{26} = \frac{\omega_p^2 \cdot \tau^2 - 2 \cdot \omega_{\Pi} \cdot \tau + 4}{\omega_p^2 \cdot \tau^2 + 2 \cdot \omega_{\Pi} \cdot \tau + 4},$$

где ω_{Π} – полоса фильтрации, выбирается в диапазоне 4–6 Гц; ω_p – центральная (резонансная) частота полосы фильтрации, изменяется в процессе работы ФЧФ в диапазоне 7–13 Гц в зависимости от частоты доминирующего альфа-ритма по алгоритму, описанному ниже.

Поскольку частота сигнала анализируемых компонентов вызванных потенциалов лежит за пределами полосы фильтрации ω_{Π} , на выходе ФЧФ присутствует только альфа-ритм – сигнал U_{12} .

Резонансная частота ФЧФ в общем случае не совпадает с частотой альфа-ритма, поэтому сигнал U_{12} либо «отстает» от сигнала U_2 , либо его «опережает» в прохождении нулевых, максимальных и минимальных значений в соответствии с фазовочастотной характеристикой. Сумматор 29, на входы которого поступают выходной сигнал сумматора 12 и он же после линии задержки 22, формирует сигнал

$$U_{29} = U_{12} - U_{22},$$

который пересекает нулевые значения в те моменты времени, когда сигнал U_{12} достигает максимальных и минимальных значений. Сумматор 51 формирует сигнал релейной формы

$$U_{51} = A \operatorname{sign}(U_2) - A \operatorname{sign}(U_{12}),$$

где $A=1$, $\operatorname{sign}(x)$ – функция знака числа x .

Ширина импульсов сигнала U_{51} равна промежуткам времени между моментами прохождения нулевых значений сигналами U_2 и U_{12} . Аналогичный сигнал, ширина импульсов которого равна промежуткам времени между моментами прохождения максимальных и минимальных значений сигналами U_2 и U_{12} формирует сумматор 42 по формуле

$$U_{42} = A \operatorname{sign}(U_2 - U_3) - A \operatorname{sign}(U_{29}),$$

Фазовые детекторы 32 и 45 формируют соответственно релейные

сигналы U_{32} и U_{45} по формулам:

$$U_{45} = U_{42} \text{Asign}(U_{12});$$

$$U_{32} = U_{51} \text{Asign}(U_{29}).$$

Сумматор 35 осуществляет алгебраическое суммирование сигналов U_{32} и U_{45} по формуле

$$U_{35} = U_{45} - U_{32}.$$

На сглаживающий фильтр 63 поступает выходной сигнал сумматора 35:

$$U_{63} = W(p)U_{35},$$

где $W(p)$ – передаточная функция сглаживающего фильтра,

$$W(p) = \frac{1}{Tp + 1},$$

$$T = 0,05 \text{ с.}$$

Пороговое устройство 64 выдает релейный сигнал при снижении скорости изменения центральной частоты фильтрации ниже определенного предела

$$U_{64} = 0, \text{ если } U_{64} > U_{\text{пор}};$$

$$U_{64} = 1, \text{ если } U_{64} < U_{\text{пор}},$$

где $U_{\text{пор}} = 0,01$.

Усилитель 53 масштабирует выходной сигнал сумматора 35 в соответствии со временем запаздывания τ :

$$U_{53} = K_{53}U_{35},$$

где $K_{53} = 200 \tau$.

Блок переключения 55 обнуляет сигнал управления центральной частотой фильтрации:

$$U_{55} = U_{53}, \text{ если } U_{64} = 1;$$

$$U_{55} = 0, \text{ если } U_{64} = 0.$$

Сумматор 59, линия задержки 60 и сумматор 63 обеспечивают в совокупности накопление (с учетом знака) сигнала U_{55} с запоминанием результата на выходе сумматора 62. Подаваемое на второй вход постоянное напряжение обеспечивает определенное значение $\omega_{pн}$ – начального значения резонансной частоты (выбирается в диапазоне 6–8 Гц), так что

$$\omega_p = \omega_{pн} + U_{60}.$$

В соответствии с текущим значением резонансной частоты ω_p определяются значения коэффициентов усиления K_7 , K_{26} , K_{38} и K_{48} усилителей 7, 26, 38, 48. При этом полоса пропускания фильтра $\omega_{п}$ остается постоянной, что обеспечивает постоянный наклон фазово-частотной характеристики независимо от резонансной частоты, устойчивость процесса регулирования и минимальные искажения при фильтрации альфаритма. При сближении резонансной частоты фильтра с частотой альфаритма в выходном сигнале второго сумматора U_{15} останется только сигнал

вызванного потенциала, что позволит выделить среднелатентный и длиннolatентный вызванный потенциал по одной реализации от единичного воздействия стимула. Для подавления высокочастотной составляющей разностного сигнала используется цифровой фильтр.

В качестве другого варианта подавления помех рассматривается более сложная структура ФЧФ с расширением полосы пропускания в области высоких частот с возможностью ее регулировки в зависимости от соотношения фаз входного и выходного сигнала и их дисперсий (рис. 2).

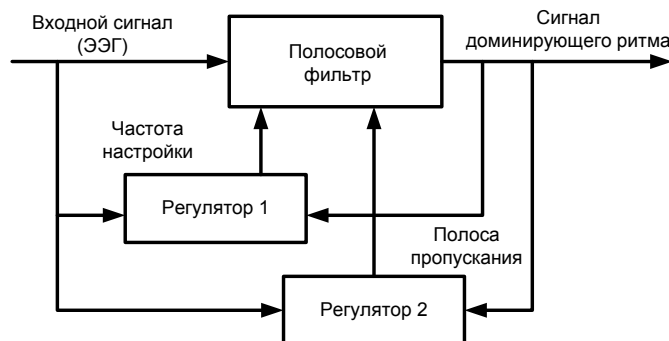


Рис. 2. Схема полосового фильтра

Регулятор 1 вырабатывает управляющий сигнал u_1 , изменяющий частоту настройки. По окончании настройки доминирующий ритм проходит сквозь фильтр без фазовых и амплитудных искажений. Регулятор 2 сравнивает дисперсии входного и выходного сигналов и изменяет полосу пропускания.

По схеме устройства разрабатывается математическая модель и соответствующее программное обеспечение на языке VisualBasic-6. Оно может быть использовано совместно с любой штатной диагностической системой, обеспечивающей вывод данных ЭЭГ в числовом формате («Нейрокартограф», «Нейрософт», «Нейротех»).

Включение в состав системы блока предварительной настройки позволяет получить информацию не только об электрофизиологических характеристиках пациента – зрительных и когнитивных вызванных потенциалах, но и психофизиологических – времени зрительно-моторной реакции в виде сигнала, регистрируемого с моторного центра речи (пациент мысленно проговаривает число, соответствующее номеру вспышки).

Проводятся эксперименты по регистрации указанных реакций при различной когнитивной нагрузке – мысленный счет, определение направления, цвета экрана, размера фигуры, определение скорости. Когнитивный стимулятор, предъявляет пациенту вербальные и знаковые стимулы (например, слова «вверх», «вниз», «влево», «вправо», порядковые числительные, геометрические фигуры и цвета спектра).

Рассмотрена структура и параметры динамической системы, осуществляющей автоматическое слежение за частотой доминирующего ритма ЭЭГ и доказана возможность выделения единичного отклика ЦНС на афферент-

ный стимул. Полученные реализации показали большую вариабельность латентности ответов ЦНС по зонам коры, последовательности стимулов у больных и здоровых пациентов. Впервые получена возможность сопоставления зрительных и когнитивных вызванных потенциалов в одной реализации.

На данном этапе предложенный в известном решении, метод не вполне пригоден для построения ИМК, поскольку при подаче стимула происходит редукция доминирующего ритма, что приводит в некоторых случаях в срыву автоматического слежения. Предполагается уточнить методику обработки сигнала ЭЭГ с соответствующими изменениями структуры фильтра.

Список литературы

1. Опыт применения вызванных потенциалов в клинической практике / под ред. В. В. Гнездицкого, А. М. Шамшиновой. – М. : АОЗТ «Антидор», 2001. – 480 с.
2. Пат. № 2240036 РФ. Способ диагностики длиннолатентного вызванного потенциала мозга и устройство для его осуществления / В. А. Жеребцова, А. Ф. Индюхин, Э. М. Соколов, А. А. Хадарцев, В. П. Васильев, В. И. Морозов; опубл. 20.11.2004.

В. Л. Андрианов, С. Н. Ткешелашвили

ЭПИЛЕПСИЯ, ОСТЕОПАТИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Академия развития ребенка, Санкт-Петербург

Эпилепсия – заболевание, характеризующееся пароксизмальными нарушениями церебральных функций, клинически проявляющееся многообразными судорожными и бессудорожными припадками и нарушениями сознания той или иной степени. Среди заболеваний, затрагивающих функции ЦНС, эпилепсия является одним из наиболее распространенных. Около 50 млн человек по всему миру страдает этим заболеванием. Среди детского населения частота эпилепсии составляет 0,75–1%. Более чем у 5% населения хотя бы раз в жизни был характерный судорожный приступ.

Эпилепсия в древней Греции и Риме называлась «священной болезнью», ее связывали с волшебством и магией. Считалось, что боги насылают эту болезнь на человека, ведущего несправедную жизнь.

Уже в 400 г. до н. э. Гиппократ написал первый трактат «О священной болезни». Величайший врач древности полагал, что приступы провоцируются солнцем, ветрами, холодом, изменяющими консистенцию мозга. В эпоху средневековья эпилепсии боялись, как неизлечимой болезни, передающейся через дыхание больного во время приступа. В описании Кирилла Иерусалимского бесноватость сильно напоминает эпилепсию. В Евангелии

от св. Марка и от св. Луки описано исцеление Христом мальчика от вселившегося в его тело дьявола.

В то же время перед эпилепсией преклонялись, так как многие великие люди, святые и пророки болели эпилепсией (апостол Павел и Будда, Сократ, Платон, Юлий Цезарь, Жанна Д'Арк, Ван Гог, Наполеон Бонапарт, Федор Достоевский, Гендель, Данте, Нобель, Ян Кертис, Петр Великий и пр.)

По нынешним представлениям – это неоднородная группа заболеваний, клиника которых характеризуется судорожными повторными приступами, в основе патогенеза которых лежат пароксизмальные разряды в нейронах головного мозга.

Существуют эквиваленты эпилептических припадков в виде внезапно наступающих расстройств настроения (дисфории) или характерных расстройств сознания (сумеречного помрачения сознания, сомнамбулизма, трансов), а также постепенным развитием характерных изменений личности и (или) слабоумием могут отмечаться и психозы, которые протекают остро или хронически или проявляются аффективными нарушениями (страх, тоска, злобность бред, галлюцинации).

Проблема детских судорог исключительно актуальна не только для неврологов, но и для педиатров, нейрохирургов и детских эндокринологов. Многие десятки и сотни тысяч детей, у одних судороги были один-два раза в жизни, у других – повторяются многократно, превращая жизнь детей и их родителей в кошмарный сон.

Эта страшная проблема по-прежнему не получает достаточного освещения ни в публикациях, но и на форумах педиатров и неврологов.

Клиника типичных эпилептических припадков известна любому начинающему врачу, и со времен Гиппократов не принципиальные представления не претерпели изменений. При этом никто из авторов никогда не вводил для этого диагноза возрастного ценза.

Профессор А. Ю. Ратнер (1994) впервые в детской практике решительно отказался от очень распространенного диагноза «судорожный синдром» и «эписиндром». Говоря о судорогах, мы, как всегда в неврологии, должны точно указать, какие это судороги, какой гиперкинез. Ничего не меняется, и судороги у детей до трех лет часто становятся «судорожным» синдромом.

Профессор А. Ю. Ратнер настаивал, если припадок эпилептический, то так его и называть (безо всяких скидок на возраст и на представления о гидрофильности мозга, и в зависимости от этого строить терапевтическую тактику, начиная незамедлительно прием антиконвульсантов). Он утверждал, что фебрильные судороги ничем по своей сути не отличаются от эпилептических, но возникают под влиянием гипертермии (как провоцирующего агента). У 12% таких больных в последующем эпилепсия возникает уже без провокаций (т. е. трансформируются в банальную эпилепсию). Еще у 8% припадки прекращаются, но возникает типичный синдром ретардации (популярно трактуемый как «гиперактивный ребенок») как

психиатрическое осложнение нелеченных эпилептических припадков. У остальных 80% детей осложнений не наблюдается. Английские неврологи Эдди и Тейрор (1983) считают фебрильные судороги эпилепсией и настаивают на превентивной терапии даже сибсов больного ребенка.

При аффективно-респираторных приступах клинически достаточно типичны, маленький ребенок на высоте плача «заходится», носогубный треугольник синееет, глаза «закатываются» и появляются судороги тонические, клонические, но чаще последовательно и те и другие. Эти признаки маленьких пациентов без труда объясняются «истерическими изменениями личности».

По данным проф. А. Ю. Ратнера, у 8% этих больных затем развивается обычная эпилепсия (т. е. те же припадки развиваются уже безо всяких аффективных провокаций), а у 12% детей проявляется уже упоминавшийся ранее синдром расторможенности. Более углубленное изучение многочисленных больных, у которых также на высоте заходящегося плача развивается цианоз носогубного треугольника и мгновенное выключение сознания, но без судорог, показало, что это те же самые пароксизмы, спровоцированные гипервентиляцией, несомненно, эпилептического ряда и требуют, называясь аффективно провоцируемой эпилепсией, соответствующей терапии.

Ряд авторов решительно выступает против «расширительного толкования эпилепсии, как в интересах «психики родителей», так и из опасения ухудшить статистические показатели. Последующая попытка коррекции «щадающей терапии» «смягченных» диагнозов в связи с развивающимися осложнениями обычно уже мало что дает.

Важно поставить как можно раньше диагноз, без скидок на возраст ребенка и, не считаясь с боязнью расстроить родителей, проводить лечение.

Описаны различные проявления эпилептических пароксизмов и у взрослых в зависимости от этиологии, локализации поражения, ЭЭГ – характеристик уровня зрелости нервной системы на момент развития приступа. В основе многочисленных классификаций лежат эти и другие характеристики.

Во всем мире такие больные получают противосудорожную терапию (путем подбора моно- и сочетанных препаратов), особенностью которой является длительность и непрерывность. Применяется около 50 различных препаратов (от производных барбитуровой кислоты до антагонистов ГАМК, антагонистов возбуждающих аминокислот).

К сожалению, базисный механизм их действия остается неясным.

Среди противоэпилептических в России 9 препаратов определены как базисные и жизненно необходимые: фенобарбитал, дифенин, вальпроевая кислота и ее соли, морфолен, гексамедин, клоназепам, диазепам (С. Б. Середин, Т. А. Воронина, 1992).

Следует преклоняться перед усилиями нейрохирургов решить проблему инкурабельной эпилепсии хирургическим путем и перед усилиями фар-

макологов создать все новые и новые антиконвульсанты.

Одним из важных свойств противосудорожных средств является их воздействие на электрические свойства отдельных нейронов.

На основании экспериментальных данных, моделирующих эпилептические припадки, был сделан вывод: основным механизмом, играющим существенную роль в превращении физиологической системы в патологическую, является образование гиперактивной детерминальной структуры. Эта структура навязывает характер своей патологии другим частям системы мозга. Отсюда представление, что эпилептогенный очаг – не просто группа клеток, способных продуцировать судорожный разряд, а динамическая, постоянно усложняющаяся функциональная система, элементы которой могут находиться в различной степени соподчиненности, и роль каждого из них в суммарной деятельности может меняться. Это означает, что первичный очаг по мере своего влияния на другие системы мозга может вызвать такие изменения, которые могут действовать самостоятельно. Кроме того, могут возникать новые очаги. Однако экспериментальные исследования, основанные на внешнем проявлении неврологических отклонений, не могут дать информации о точной локализации очага возбуждения и системы его энергетических зарядов.

И. П. Павлов считал, что в основе эпилептических припадков лежит наличие в коре головного мозга пункта инертного возбуждения, обладающего большой силой, взрывчатостью и периодичностью. Возбуждение распространяется чаще всего к двигательному анализатору по закону индукции, сопровождаясь торможением всей остальной коры мозга (И. П. Павлов, 1955).

На сегодняшний день единственным методом, с помощью которого мы можем определить локализацию «основного» очага и степень его «заряда», является суперпозиционное магнитное сканирование головного мозга, которое проводит Ю. Ф. Камынин. Им впервые эпилепсия отнесена к болезням дефектных структур мозга.

Кроме получения пространственного расположения той или иной патологии в головном мозге и степени медленноволновой эктопической активности очага возбуждения, определить функциональное состояние тканей мозга, степень активности мыслительной деятельности, активности структур – коры больших полушарий, ядер таламуса, гипоталамуса, стриопаллидарного комплекса и ретикулярной формации, форму и размер гипофиза, желудочков мозга, степень минимизации волокон белого вещества.

Под контролем СЭМС уменьшается доза и полностью отменяются фармакологические препараты при проведении остеопатического лечения, успешность которого проявляется в снижении числа и качества дефектных структур, за счет улучшения транскапиллярного обмена и дренажной функции. Это приводит к снижению накоплений примесных металлов и редуцированию флуктуаторной и генераторной активности зон – ловушек.

С помощью СЭМС подтверждена правильность выбора 7-дневного интервала между сеансами, продолжительность которого была эмпирически установлена корифеями остеопатии.

При исследовании энтропии человека выявлена необходимость через воздействие на парасимпатическую и симпатическую систему (верхний шейный ганглий, венозные синусы, швы черепа) снижения энергии мозга при пароксизмальных состояниях, при этом постепенно снижается и уменьшается возможность возникновения пейсмеккерных зон. Очаги эктопической активности, как правило, располагаются не в коре мозга, а в белом веществе и генерируют судорожные разряды, вызывая сбои в различных системах: в коре, продолговатом мозге.

Тогда как при воздействии на ликворную систему происходит усиление энергии мозга, увеличивается воздействие на эктопические зоны, поэтому применение такого рода техник при эпилепсии противопоказано.

Список литературы

1. *Карлов, В. А.* Терапия нервных болезней, 1996.
2. *Ратнер, А. Ю.* Родовые повреждения нервной системы / А. Ю. Ратнер. – Казань, 1985.
3. Руководство по детской неврологии / под ред. В. И. Гузевой. – СПб, 1998.
4. *Зенков, Л. Р.* Клиническая эпилептология, 2002.
5. *Андрианов, В. Л.* Влияние остеопатической терапии на состояние гемодинамики и биоэлектрической активности головного мозга / В. Л. Андрианов, Н. И. Беспала, А. В. Уханов, 2000.
6. *Андрианов, В. Л.* Нейро-биологические аспекты остеопатической терапии болезней дефектных структур головного мозга / В. Л. Андрианов, Ю. Ф. Камынин // Международная конференция «Остеопатия как система диагностики и лечения. – СПб, 2007.

***З. А. Алексанян, П. Н. Бурнев, О. Б. Кострова,
Н. Н. Разин, С. П. Романов***

ТРЕМОРОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФОРМЫ И АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ ПОДВИЖНЫХ ЗВЕНЬЕВ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

ООО «ТЕНЗОТРЕМ»

E-mail: tenzo@sysan.sp.ru

Параметры колебаний подвижных звеньев конечностей тела человека характеризуют состояние его центральной нервной системы. Такие колебания возникают в результате произвольного сокращения мышц и присут-

ствуют у всех людей в рамках физиологической нормы. Изменение амплитуды, частоты и формы колебаний являются признаками нарушения центральных и периферических нейронных механизмов регуляции движений и могут быть использованы для оценки дисфункции отдельных структур мозга, для раннего обнаружения и точной диагностики двигательных нарушений и выбора оптимальных методов лечения. Таким образом, анализ форм колебаний подвижных звеньев конечностей как индикатора состояния двигательных отделов центральной нервной системы имеет большое значение в неврологической практике [1].

Визуальное наблюдение высокочастотных колебаний малой амплитуды невозможно, поэтому разработка соответствующих специализированных программно-аппаратных средств является актуальной. При этом современная элементная база предоставляет разработчикам развитые аппаратные средства для решения задач выявления и анализа сигналов на фоне шумов, аналого-цифрового преобразования, цифровой обработки измерительной информации в соответствии с различными алгоритмами, а возможности компьютерной техники обеспечивают высокое качество визуализации процессов и широкие возможности для реализации биологической обратной связи.

Специалистами ООО «Тензотрем» разработана треморографическая система для измерения параметров колебаний подвижных звеньев конечностей тела человека, состоящая из регистрирующего устройства и персонального компьютера с соответствующим программным обеспечением. В основе структурной реализации системы лежит программно-ориентированный подход, который предполагает максимальное использование вычислительных мощностей персонального компьютера. На аппаратный модуль, реализованный в качестве периферийного устройства, возложены исключительно сенсорные функции.

Аппаратный модуль включает в себя регистрирующее устройство и устройство управления. Регистрирующее устройство обеспечивает съем информации с датчиков при воздействии на них рук пациента, фиксируя при этом следующие параметры:

- максимальную величину произвольного усилия, достаточную для проведения исследований для различных групп пациентов, максимальное значение которой может достигать 10 кг;

- амплитуду колебаний, которая в норме не превышает 2% произвольного усилия;

- усилия, создаваемые произвольным колебанием рук, носящие в основном периодический характер, со значимыми колебаниями в диапазоне 0 ± 16 Гц.

Регистрирующее устройство выполняет функции измерения колебаний подвижных звеньев конечностей тела, первичную фильтрацию и первичное преобразование измерительной информации. С учетом необходимости

регистрации параметров как минимум двух конечностей в регистрирующем устройстве предусмотрено два измерительных канала, информация с которых после первичной фильтрации разделяется на четыре независимых потока измерительных данных. В состав регистрирующего устройства входят два преобразователя параметров механических движений в электрические сигналы, соответствующие устройства нормирования сигналов и блок из четырех аналого-цифровых преобразователей.

Устройство управления аппаратного модуля реализует следующие функции:

- обеспечение синхронного сбора измерительной информации от четырех выходных каналов блока аналого-цифровых преобразователей;
- упаковку полученной измерительной информации в параллельные информационные кадры, несущие информацию о результатах измерений в определенные моменты времени;
- формирование из информационных кадров пакетов для передачи данных в соответствии с выбранным протоколом связи;
- обслуживание интерфейса связи с компьютером.

Устройство управления реализовано на микроконтроллере C8051F320 семейства 8051. Такой выбор обусловлен в первую очередь имеющимися в контроллере аппаратными средствами обеспечения интерфейсов SPI и USB. Интерфейс SPI используется для управления работой аналого-цифровых преобразователей, которые поддерживают такой формат передачи результатов преобразования. Встроенный USB контроллер может быть эффективно использован для передачи измерительных данных в компьютер в следящем режиме.

На персональный компьютер возложены функции графического отображения двигательных реакций пациента, прием информации от регистрирующего устройства, преобразование ее в вид, доступный для анализа оператором, сопоставление внешнего воздействия и результатов измерений тензомикрореакций человека, наполнение и поддержание базы данных измерений.

Отображение двигательных реакций пациента реализовано специальным графическим интерфейсом, отображающим сглаженные перемещения подвижных звеньев конечностей тела, наблюдая которые, человек так или иначе корректирует свои воздействия в соответствии с установками исследований. Прием информации от аппаратного модуля осуществляется с использованием USB интерфейса в режиме прерываний. Границами при выборе частоты прерываний являются, с одной стороны, особенности восприятия человеком сменяющейся графической информации, составляющей 25 Гц, с другой стороны, пропускная способность USB канала. Максимальной информативностью с точки зрения анализа колебаний подвижных звеньев конечностей тела человека обладает частота 400 Гц.

В качестве результата измерения оператору предоставляются как непосредственно измеренные значения, так и результаты их математической обработки. В частности, спектральные составляющие полученных результатов измерений сравниваются с набором типовых шаблонов, в соответствии с которыми можно делать выводы о дисфункциях двигательных отделов центральной нервной системы.

Разработанная треморографическая система может быть эффективно использована для проведения функциональной диагностики в медицинских учреждениях (диагностические и реабилитационные центры, стационары, поликлиники, диспансеры), а также для определения психофизиологического состояния человека [2].

Список литературы

1. Романов, С. П. Корреляты параметров произвольного усилия с функциональным состоянием моторной системы [Текст] / С. П. Романов, З. А. Алексанян, Е. Б. Лысков, Н. А. Меркулова, Л. И. Романова // Рос. физиол. журнал им. И. М. Сеченова. – 2005. – Т. 91. – № 5. – С. 488–501.

2. Алексанян, З. А. Треморграф для контроля изменений психофизиологического состояния человека [Текст] / З. А. Алексанян, П. Н. Буренев, О. Б. Кострова, С. П. Романов // Сб. тр. регионального совещания «Актуальные проблемы психологической безопасности». Санкт-Петербург, июнь 2012 г. – СПб. : Изд-во «Свое издательство», 2012. – С. 105–107.

А. В. Ваганов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТО-ЭЛЕКТРОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКСИЧНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКИХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД

Применение биотестирования, как разновидности биологического контроля, для исследования токсичности (биологической вредности) различных жидких дисперсных сред (ЖДС) актуально во многих областях жизнедеятельности человека. Например, в медицине исследование ЖДС необходимо для определения стадии эндотоксикоза или оценки иммунного статуса человека.

Современные исследователи в качестве биологических ЖДС чаще используют кровь, ее плазму или сыворотку, а в качестве тест-организма – простейших, например инфузорий [1].

Существующие методики по исследованию токсичности биосред, основанные преимущественно на визуальных методах, ввиду сложности объекта измерения (биосреда с инфузориями), не получили достаточно широкого распространения. Использование же существующих образцов фотометрической аппаратуры, предназначенных для исследования водных сред,

в данной ситуации крайне затруднено.

Все вышеизложенное послужило основанием для создания математической модели бесконтактного оптико-электронного измерительного преобразователя (ОЭИП), общая теория которого изложена в [2]. Данный измеритель является развитием модели [3], лежащей в основе преобразователя, примененного в турбодиметрическом фотометре «Биотестер». ОЭИП может быть положен в основу прибора для контроля токсичности, позволяющего автоматически производить оценку изменения концентрации живых (подвижных) инфузорий в исследуемой биосреде [4, 5, 6, 7].

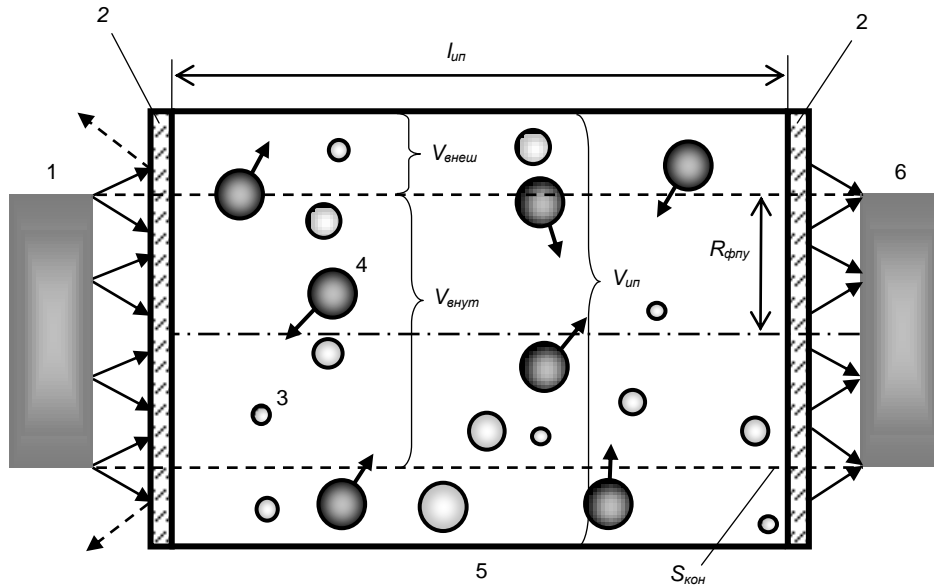


Рис.1. Модель ОЭИП для измерения концентрации подвижных инфузорий в исследуемой пробе.

1 – источник излучения (ии); 2 – стенки кюветы; 3 – частицы ЖДС; 4 – инфузории; 5 – кювета, 6 – фотоприемник (фпу)

Одной из важных задач, подлежащих решению при создании модели ОЭИП, является определение его геометрии, которая обеспечивает максимизацию сигнала на выходе ОЭИП (повышение соотношения сигнал/фон) и минимизирует объем исследуемой пробы (экономия биоматериала). Для решения данной задачи осуществлено моделирование ОЭИП в среде Маткад.

В табл. 1 приведены результаты математического моделирования ОЭИП в целях выявления зависимости величины потока клеток инфузорий $\Lambda_{инф}$ через $S_{кон}$ от геометрии датчика, в частности от его длины $l_{ип}$. Вычисления произведены для модели клетки инфузории – непоглощающая сфера с параметром дифракции $\rho_{инф} \approx 1100$. В ходе моделирования объем исследуемой пробы (взвесь инфузорий + ЖДС) брался равным 0,4 мл. Вычисления проводились по зависимости

$$\Lambda_{инф} = C_{инф}^V \cdot K_{ОЭИП},$$

где $C_{инф}^V$ – объемная концентрация инфузорий в пробе, [шт/м³]; $K_{ОЭИП}$ – коэффициент, учитывающий геометрию датчика и свойства клетки инфузории.

Таблица 1

Параметры ИП	$l_{\text{ип}} = 1 \text{ см}$	$l_{\text{ип}} = 2 \text{ см}$	$l_{\text{ип}} = 3 \text{ см}$	$l_{\text{ип}} = 4 \text{ см}$	$l_{\text{ип}} = 5 \text{ см}$
$S_{\text{внут}}, \text{ м}^2$	$5,110^{-6}$	$3,010^{-6}$	$2,210^{-6}$	$1,710^{-6}$	$1,410^{-6}$
$S_{\text{внеш}}, \text{ м}^2$	$1,510^{-5}$	$6,910^{-6}$	$4,410^{-6}$	$3,210^{-6}$	$2,510^{-6}$
$p_{\text{вых}}$	0,63	0,74	0,77	0,80	0,82
$p_{\text{вх}}$	0,63	0,79	0,84	0,87	0,88
$\Lambda_{\text{инф}}, \text{ кл/с}$	254	310	329	339	345

В табл. 1 $S_{\text{внут}}$ и $S_{\text{внеш}}$ площадки на поверхности фотоприемника относятся к внутреннему и внешнему объемам ОЭИП соответственно (рис. 1). Величины $p_{\text{вх}}$ и $p_{\text{вых}}$ соответствуют вероятностям пересечения $S_{\text{кон}}$ клеткам инфузории.

Как следует из табл. 1, при постоянном объеме исследуемой пробы при увеличении $l_{\text{ип}}$ от 1 до 5 см, значение $\Lambda_{\text{инф}}$ возрастает в среднем на 26%. Так же возрастают, стремясь к 1, и вероятности пересечения клетками инфузории $S_{\text{кон}}$. Таким образом, для максимизации потока инфузорий через ОЭИП последний должен иметь форму капилляра.

Для повышения обнаруживающей способности ОЭИП было произведено моделирование, целью которого было выявление положения клетки инфузории в исследуемом объеме, при котором она имеет максимальное сечение экстинкции $S'_{\text{инф}}$, т. е. максимально «заметна» для фотоприемника.

В ходе моделирования распределение клеток по размерам не учитывалось. Величина сечения экстинкции, для клетки инфузории определялась по зависимости:

$$S'_{\text{инф}} = K_{\text{инф}} \cdot \pi r_{\text{инф}}^2,$$

где $K_{\text{инф}}$ – коэффициент, учитывающий расположение клетки инфузории в исследуемом объеме, а также преломленно-отраженное и дифрагированное клеткой инфузории оптическое излучение, $r_{\text{инф}}$ – радиус инфузории.

На рис. 2 показан результат моделирования $K_{\text{инф}}$ от параметра $z \in 0 \dots (R_{\text{фпу}} - r_{\text{инф}})$, равного расстоянию от центра ФПУ до центра клетки инфузории, при условии $R_{\text{ии}} = R_{\text{фпу}}$. Полученные графические зависимости соответствуют расстоянию от клетки инфузории до фотоприемника: нижняя кривая – 2 мм, средняя кривая – 6 мм, верхняя кривая – 10 мм. Моделирование осуществлялось для двух значений параметра дифракции модели клетки инфузории: $\rho_{\text{инф}} \approx 400$ и $\rho_{\text{инф}} \approx 1100$.

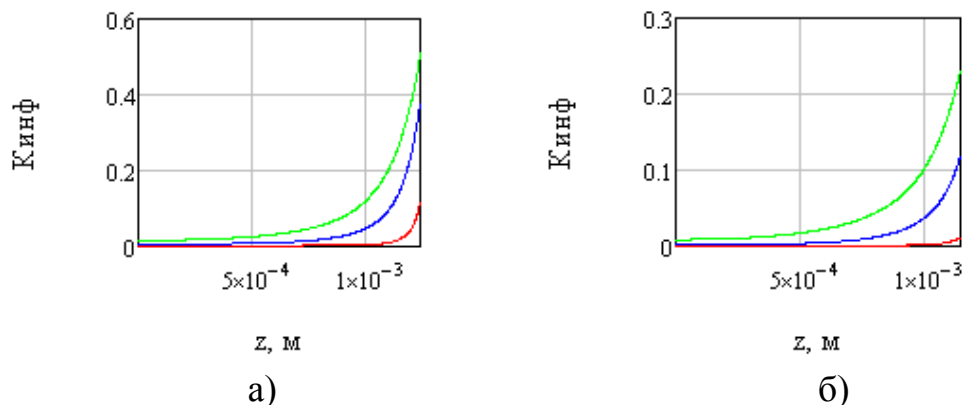


Рис. 2. Зависимость $K_{\text{инф}}$ от z (а – $\rho_{\text{инф}} \approx 400$, б – $\rho_{\text{инф}} \approx 1100$)

Максимальное значение $K_{\text{инф}}$, а следовательно, и максимальное сечение экстинкции клетки инфузории достигается при $z_{\text{инф}} = R_{\text{фпу}} - r_{\text{инф}}$ (инфузория близ границы $S_{\text{кон}}$).

По результатам проведенного моделирования сделан вывод, что для обеспечения максимального значения полезного сигнала на выходе ОЭИП конструкция преобразователя должна иметь форму капилляра, а соотношение радиусов источника излучения и приемника стремится к 1, т. е. $R_{\text{ии}} = R_{\text{фпу}}$.

Список литературы

1. *Виноходов, Д. О.* / Д. О. Виноходов, В. О. Виноходов, А. И. Гинак, Т. А. Земляникина // Сб. СПбГТИ. Архив ветеринарных наук. – 1999. – Т. 1. – № 3. – С. 551–577.
2. *Попечителей, Е. П.* Двухлучевые фотометрические системы для клинко-физиологических исследований: учеб. пособие / Е. П. Попечителей, Б. И. Чигирев. – Л. : ЛГУ, 1991. – 224 с.
3. *Захаров, И. С.* Экспрессные методы интегральной оценки экологического состояния окружающей среды И. С. Захаров, А. В. Пожаров, В. М. Сидоренко. – СПб. : Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007. – С. 33–39.
4. *Ваганов, А. В.* Прибор для исследования эндотоксикоза на основе биотестирования / А. В. Ваганов // Научное приборостроение. – 2003. – Т. 13. – № 3. – С. 57–61.
5. *Ваганов, А. В.* Измеритель концентрации подвижных микроорганизмов в макро- и микрообъемах / А. В. Ваганов, И. С. Захаров // Научное приборостроение. – 2004. – Т. 14. – № 3 – С. 57–60.
6. *Ваганов, А. В.* Подходы к исследованию токсичности коллоидно-дисперсных сред / А. В. Ваганов, И. С. Захаров, А. В. Пожаров // Известия СПбГЭТУ. Сер. Биотехнические системы в медицине и экологии. – 2007. – № 1. – С. 38–41.
7. *Ваганов, А. В.* Проблемы построения оптической модели взвеси инфузорий в сыворотке крови / А. В. Ваганов, И. С. Захаров, А. В. Пожаров // Известия СПбГЭТУ. Сер. Биотехнические системы в медицине и экологии. – 2006. – № 3. – С. 45–48.

А. Н. Алипов, В. А. Моськин, В. А. Сивцева

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕНОСНОГО ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗАТОРА ИФА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А.Бонч-Бруевича*

E-mail: alipov_an@mail.ru; immortal13@bk.ru; sivtseva_va@mail.ru

Рассматривается передовая модификация биохимического анализатора на стрипах для проведения иммуноферментного анализа, сферой использования которого является диагностика различного вида заболеваний. Анализатор ориентирован на малые лаборатории, количество проводимых анализов которых достигает ста в день. Прибор является одним из самых дешевых в своей линейке, но при этом обладает высокой метрологией. Анализатор разработан с учетом требований и условий поликлинических комплексов малонаселенных пунктов на территории Республики Саха (Якутия).

Ключевые слова: иммуноферментный анализ, анализатор, диагностика, малонаселенные пункты.

The article represents information about advanced modification of biochemical analyser on strips for immune-enzyme analysis implementation, which area of use is diagnostics of various diseases. Analyser is oriented to use in small laboratories, where over hundred analyses are realized. The device is one of cheapest but has high metrology. Analyser is developed with demands and requirements of medical centres on the territory of Republic Sakha (Yakutia).

Keywords: immune enzyme analysis, immunoassay analyser, diagnostics, small settlements.

Введение. Иммуноферментный анализ – это неотъемлемая часть современной лабораторной диагностики, он позволяет проводить исследования крови на наличие аллергических и инфекционных заболеваний. Для проведения анализа используются современные и высокоточные приборы – иммуноферментные анализаторы. Анализаторы нашли свое применение в медицинской практике, в клинической и экспериментальной вирусологии, в микробиологии, биохимии, иммунологии, токсикологии и фармакологии. Может использоваться в медицинской, фармацевтической и пищевой промышленности для контроля технологии производства, в сфере экологии для определения токсических веществ, в сельском хозяйстве с целью выявления ви-

русных и микробных инфекций животных и растений.

Цель разработки – создать интеллектуальный прибор, предназначенный для проведения иммуноферментного анализа, удовлетворяющий растущим метрологическим требованиям и представляющий результаты проведенного анализа с высокой точностью.

Материалы и методы исследования. ЗАО «Десмо» много лет занимается выпуском иммуноферментных анализаторов, предназначенных для автоматизированного измерения оптической плотности биологических проб в планшетах и стрипах методом иммуноферментного анализа. Специалистами данной фирмы и сотрудниками СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича совместно разработан иммуноферментный анализатор (ИФА), который является следующей ступенью развития данного прибора. ИФА предназначен для проведения иммуноферментного анализа на стрипах совместно с персональным компьютером.

Основные характеристики данного прибора, как и его предшественника, это: возможность использования в выездных лабораториях различного назначения; высокая точность представления результатов и высокие метрологические характеристики; универсальность используемых методик. Отличительными же особенностями данной разработки являются его небольшая стоимость, легкость в эксплуатации, мобильность, небольшой вес, а также интеллектуальность, которая обеспечивается такими функциями прибора, как самодиагностика внутреннего состояния; контроль действий оператора, для исключения «человеческого фактора»; цифровая фильтрация, выделение сигнала на фоне мешающих факторов.

Анализатор ИФА работает как периферийное устройство, подключаемое к персональному компьютеру или ноутбуку через интерфейс USB. Питание прибора и обмен информацией с компьютером осуществляется через USB кабель.

Вес и конструкция прибора сильно облегчены для повышения мобильности и снижения стоимости. В сравнении с уже существующими аналогами, в приборе нет собственного жидкокристаллического дисплея и принтера для вывода результатов, и привода для помещения исследуемых проб. Ввод проб в прибор осуществляется вручную пользователем – оператором.

Все управление измерением и первичная обработка информации осуществляется с помощью встроенного в прибор микроконтроллера. Микроконтроллер управляет включением и выключением оптической системы, включающей в себя светодиоды на следующих длинах волн – 405, 450, 492 и 620 нм. Выбор источников излучения происходил на основе следующих технических паспортных данных светодиодов: спектральная характери-

ка, сила света, угол излучения. По данным параметрам были выбраны три светодиода: два белых светодиода с границами излучения вся видимая область и третий ультрафиолетовый светодиод.

Управление прибором осуществляется с помощью программы, разработанной для данного анализатора. Программа позволяет поэтапно провести и проконтролировать выполнение иммуноферментного анализа. В программе хранятся методики для проведения различных видов иммуноферментного анализа, существует возможность пополнять программу новыми методиками и сохранять в памяти программы результаты проведенных анализов и данные пациентов. Интерфейс программы прост и дружелюбен к пользователю.

Результаты и обсуждение. По заданному техническому заданию был разработан макет прибора для проведения юстировки и метрологической поверки. По результатам проведенных технических испытаний на поверочных нейтральных стеклах определенной плотности были получены значения, близкие к реальным параметрам поверочных стекол.

Заключение. При разработке прибора одной из приоритетных целей было удовлетворение потребностей отечественных диагностических центров. Экономическая целесообразность, мобильность при соблюдении точности представления результатов дают возможность использовать иммуноферментный анализатор ИФА в условиях существования населенных пунктов, расположенных далеко от крупных медицинских учреждений, для поселковых поликлиник с небольшими медицинскими диагностическими лабораториями. А также для ветеринарных лабораторий для диагностики заболеваний сельскохозяйственных животных, распространенных на территории республики Саха (Якутия).

Список литературы

1. *Алипов, А. Н.* Асинхронное считывание информации в иммуноферментном анализаторе / А. Н. Алипов, Н. М. Сафьянников, В. А. Сивцева // 2-й международный научный конгресс «Нейробиотелеком-2006» сб. тр. – СПб. : СПбГУТ, 2006. – С. 37.

2. *Сивцева, В. А.* Измерительный компьютерный терминал для иммуноферментного анализа на стрипах с асинхронным считыванием информации / В. А. Сивцева // X Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям : сб. докл. – СПб. : СПбГЭТУ, 2006. – С. 241-244.

3. *Алипов, А.Н.* Медицинские лабораторные фотометрические приборы и комплексы / А. Н. Алипов, Л.М. Муравник, Н. М. Сафьянников. – СПб. : Реноме, 2010. – С. 367.

А. Н. Алипов, О. Б. Кострова, И. Б. Ландау, И. Н. Сафьянников

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС TELREAD
ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ
ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ**

*СПб ГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ООО «Тензотрем»,
ООО «Метромед», ООО «Техноскан»*

E-mail:alipov_an@mail.ru

Высокая диагностическая значимость лабораторного анализа, широко применяемого в медицинской практике в целях диагностики, прогноза заболеваний и оценки эффективности терапии, требует высокой надежности применяемого оборудования и достоверности показаний применяемых средств измерения. Однако в любой момент периода эксплуатации любого технического средства принципиально существует вероятность его отказа.

Поэтому в медицинской лабораторной практике должны быть предусмотрены меры по своевременному выявлению отказов оборудования на основе регулярного контроля параметров приборов, находящихся в эксплуатации.

Наша организация в течение многих лет занимается вопросами как метрологического, так и эксплуатационного контроля иммуноферментных анализаторов планшетного типа. Большой опыт работы в этом направлении позволил разработать **систему контроля качества**, которая осознается нами как совокупность аппаратных средств, программных пакетов и организационных мер (включающих метрологическую поверку, контроль в процессе эксплуатации и сопряженное с этим техническое и методическое сопровождение).

Изначально система была представлена комплектом для проверки основных характеристик иммуноферментных анализаторов планшетного типа КПА-01, который был предназначен для профилактической проверки работоспособности иммуноферментных планшетных анализаторов. Впоследствии, область применения комплекта КПА-01 была расширена на фотометрические биохимические анализаторы, использующие стандартную наливную кювету типа К-10 по ГОСТ 20903-75.

Проверка проводилась в процессе эксплуатации потребителем вручную. Применение КПА-01 позволяет диагностировать причину появления недостоверных результатов фотометрических исследований путем определения инструментальной погрешности анализатора.

КПА-01 обеспечивает контроль работоспособности фотометрических анализаторов по следующим основным характеристикам:

- правильность установки планшета в позиции измерения (правильность позиционирования);

- воспроизводимость результатов в рабочем диапазоне измерения оптической плотности;
- правильность установки в анализаторе рабочей длины волны измерительного светового потока;
- идентичность измерительных каналов многоканальных анализаторов;
- правильность работы в специальных режимах.

Профилактический контроль анализаторов с помощью КПА-01 базируется на проверке временной воспроизводимости результатов измерений по отношению к результатам, полученным для данного образца анализатора на момент его метрологической поверки. Объем проверки определяется ее периодичностью, а также необходимостью углубленного контроля для какого-либо конкретного случая. Такой контроль осуществляется медицинским персоналом без привлечения технических служб.

Более развитые формы контроля предполагают, в первую очередь, оценку метрологических характеристик анализатора, которая проводится при метрологической поверке анализаторов как службами Росстандарта, так и, в объеме инструкции по метрологической поверке, организациями, осуществляющими технический контроль анализаторов в процессе их эксплуатации и после ремонта.

В этом направлении на базе той же оригинальной конструкции нами было разработано специализированное средство измерения «Комплект светофильтров поверочный КСП-01». Устройство было зарегистрировано в Государственном реестре средств измерений и допущено к применению Госстандартом РФ. Таким образом, предлагаемая базовая конструкция позволила органично совместить внутрилабораторный контроль и контроль со стороны Росстандарта.

В 2008 году комплект КСП-01 был заменен разработанным нами усовершенствованным комплектом КСП-02, обладающий более широким диапазоном оптической плотности и дополнительными поверяемыми длинами волн.

С помощью комплекта КСП-02 возможна поверка анализаторов на следующих длинах волн видимой области спектра:

- базовые длины волн, нм 405, 450, 490, 540, 570, 620;
- дополнительно введенные длины волн, нм 600, 650, 690, 750.

В состав комплекта введен светофильтр, расширяющий диапазон оптической плотности при тестировании в УФ области спектра на длине волны 340 нм до 2,2 – 2,7 Б.

Метрологические характеристики комплекта КСП-02 улучшены в наиболее широко используемом диапазоне оптической плотности от 0 до 2,0 Б.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности значений спектральной оптической плотности светофильтров, не более:

- в диапазоне от 0,030 до 1,000 Б 0,003 Б;
- в диапазоне от 1,001 до 2,000 Б 0,006 Б;

- в диапазоне от 2,001 до 3,000 Б 0,025 Б;
- в диапазоне от 3,001 до 4,000 Б 0,090 Б.

Комплект КСП-02 выпускается в трех исполнениях состав и параметры которых указаны в таблице.

Наименование исполнения	Диапазон оптической плотности, Б	Спектральный диапазон, нм	Количество светофильтров, шт.
КСП-02В	0,030 – 3,000	405, 450, 490, 540, 570, 600, 620, 650, 690, 750	9
КСП-02У	0,030 – 2,700	340	4
КСП-02В 3/4	2,700 – 4,500	405, 450, 490, 540, 570, 600, 620, 650, 690, 750	3

Комплект КСП-02 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 38817-08 и допущен к применению в РФ.

Дальнейшее развитие системы контроля качества шло в направлении создания программно-аппаратного комплекса, который осуществляет интенсивное тестирование анализаторов с применением современных средств вычислительной техники, как в процессе производства анализаторов, так и в процессе их эксплуатации.

Комплекс TELREAD позволяет автоматически проводить интенсивное и глубокое тестирование планшетных иммуноферментных анализаторов. При этом выполняется математическая обработка измерительной информации, автоматическое выявление отклонений функциональных параметров и оценка стабильности технических характеристик на ранних стадиях возникновения информационных искажений и неисправностей.

Кроме того, применение ПЭВМ позволяет существенно повысить эффективность применения системы контроля качества путем реализации исчерпывающего набора тестирующих режимов, которые позволяют имитировать все варианты функционирования анализатора и создавать провокационные ситуации за счет интенсивной эксплуатации приборов и реализации наиболее напряженных последовательностей вариантов функционирования. Такие возможности недоступны при ручном тестировании анализаторов, так как оператор, во-первых, не способен длительно, без перерыва осуществлять переустановку режимов и запуск анализатора, а главное, не имеет возможности обработать в реальном масштабе времени измерительную информацию.

Иными словами, применение программно-аппаратного комплекса TELREAD обеспечит адекватность уровня автоматизации процесса тестирования высокому уровню автоматизации большинства иммуноферментных анализаторов.

С этой целью для анализаторов отечественного производства семейства АИФ были разработаны программные пакеты, ориентированные на медицинских пользователей (ELTEST) и на изготовителей (AIFTEST).

В дальнейшем анализ параметров современных ПЭВМ позволил, учитывая избыточно большой объем дисковой памяти и высокую скорость обмена с единственным образцом анализатора, разработать следующие оптимальные варианты структуры системы контроля качества TELREAD

Для крупных медицинских центров, имеющих несколько иммуноферментных анализаторов, целесообразно осуществлять **дистанционный контроль** анализаторов с использованием структуры TELREAD с разделением ресурсов ПЭВМ/

Для организации работающих на одном анализаторе естественной является монопольная организация TELREAD, когда тестирование единственного анализатора проводится с помощью одной ПЭВМ.

Во время проведения тестирования ПЭВМ конфигурирует анализатор в соответствии со сценарием теста, дает команду на выполнение измерительного цикла и далее получает от анализатора результат измерения. Сценарии тестов определяются функциональными возможностями КПА-01, которые были рассмотрены выше.

Таким образом, программное обеспечение развитой системы TELREAD предусматривает **дистанционный** контроль в автоматическом режиме основных параметров и характеристик анализаторов. Характер сообщений, представляемых системой TELREAD, определяется ее конкретным назначением. В этом смысле различаются медицинские пользователи, технические сопровождающие и сотрудники метрологических служб.

Результаты тестирования для медицинского пользователя содержат лишь вывод о пригодности анализатора к дальнейшей эксплуатации.

Распечатка результатов для технического персонала при тестировании существенно более подробна и указывает на конкретные параметры технического состояния.

Наиболее подробной является распечатка данных по результатам контроля анализатора в системе TELREAD на основе аттестованных контрольных образцов для технических пользователей с привлечением метрологических служб.

Необходимо подчеркнуть, что использование предлагаемой **дистанционной** системы контроля, решая задачу повышения достоверности результатов иммуноферментного анализа, освобождает врачей-лаборантов от большей части рутинной работы по контролю работоспособности анализаторов, передавая эту функцию службам, осуществляющим техническое сопровождение измерительных средств.

Дальнейшее развитие системы контроля качества предполагает с использованием сети Интернет возможность автоматизированного оперативного контроля качества ИФА внешними организациями, которые получают

текущую информацию о состоянии патронируемого парка приборов. К ним относятся ведомственные организации системы профилактики и борьбы со СПИДом, организации системы Росстандарта, организации – разработчики и изготовители анализаторов, а также предприятия сервисной службы, выполняющие техническое обслуживание иммуноферментных анализаторов в процессе эксплуатации.

Структура взаимодействия и способы представления информации во внешние организациями определяются их областью деятельности и поставленными задачами. Например, областной центр профилактики и борьбы со СПИДом может ежедневно иметь информацию о результатах контроля качества анализаторов, находящихся в диагностических лабораториях. Эта информация оперативно пополняет базу данных, которая служит основой для принятия соответствующих решений и периодически передается в базы данных региональных центров.

Базы данных Региональных центров по профилактике и борьбе со СПИДом содержат обобщенную информацию по состоянию ведомственного парка анализаторов.

В свою очередь вышестоящий орган того же ведомства объединяет информацию от региональных центров. При этом система является сквозной, то есть обеспечивается информационный доступ с верхнего уровня к нижнему.

Таким образом, комплекс TELREAD позволяет:

- обеспечить непрерывный внутрилабораторный контроль качества средств измерений;
- тестировать лабораторные фотометрические анализаторы с минимальным участием оператора;
- создать основу для дистанционного контроля лабораторных средств измерений;
- формировать отчеты и базы данных, производить статистическую обработку и хранение результатов тестирования;
- обеспечивать представление пользователю однозначного заключения о пригодности анализатора к дальнейшему применению;
- обеспечивать выдачу по запросу более подробной технической информации для использования при диагностике неисправностей и организации оперативного ремонта;
- обеспечивать возможность передачи в электронном виде любой информации по ранее протестированным анализаторам, хранимой в базе данных;
- упростить процесс поверки лабораторных средств измерений при сочетании комплекса TELREAD с соответствующим поверочным средством.

Комплекс TELREAD поддерживает одновременное тестирование нескольких анализаторов одним компьютером и передачу информации по сети Интернет, либо по локальной сети, с целью повышения производи-

тельности контроля и создания технологической базы для удаленного мониторинга состояния приборов.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что система TELREAD, имея основной задачей повышение достоверности результатов иммуноферментного анализа, в организационном плане создает информационную основу для согласованных системных внутриведомственных и межведомственных действий и представляет собой неотъемлемую составную часть более общего комплекса мер по обеспечению качества лабораторной диагностики.

И. И. Василишин

ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ БИООБЪЕКТОВ ОТ ИЗБЫТОЧНОГО ЭМИ

Северный (Арктический) федеральный университет

E-mail: i.vasilishin@agtu.ru

....посвящается профессору А. С. Ястребову....

Одна из сторон, продолжающейся всеобщей интенсификации техногенной нагрузки на человека, выражается все возрастающей плотностью электромагнитного излучения (ЭМИ) в пространстве, в котором протекает человеческая жизнь. Плотность ЭМИ, связанная с воздействием на человека, увеличивается как с количеством оказываемых человеку услуг, так и с возрастанием спектра используемого диапазона частот, в котором функционируют устройства [1]. Кроме того, проблемы для человека, связанные с интенсификацией техногенной нагрузки, решаются с помощью качества используемых технологических решений. В данном контексте, понятие «качество» определяется наличием вредных последствий от использования человеком технических устройств формирующих ЭМИ. Поэтому можно утверждать, что более качественными будут те технические устройства, у которых либо совсем отсутствует воздействие излучаемого ЭМИ на человека, либо это воздействие минимально, следовательно, все определяют технологии, по которым изготавливаются данные устройств, а развитие технологий формирует уровень используемых теорий. Данный цикл показан на рис. 1.

Применение цикла «без оглядки» привело, как показано на рис. 1, к возникновению вредных последствий для человека при использовании излучающих ЭМИ устройств. Устранением таких последствий, выделенных в научное направление, содержащее методику разработки и применения материалов поглощающих ЭМИ. Но создание и применение поглощающих ЭМИ материалов было лишь малой частью работы и продолжение работы над поглощающими материалами получило реализацию «физическая теория микроструктуры электромагнитного поля», вводящая новый теоретиче-

ский подход к защите биообъектов от избыточного ЭМИ [4]. Наличие теории – формирует технологии, что, в целом, переводит реализацию потребностей человека на цикл «защитные технологии» (рис. 1).

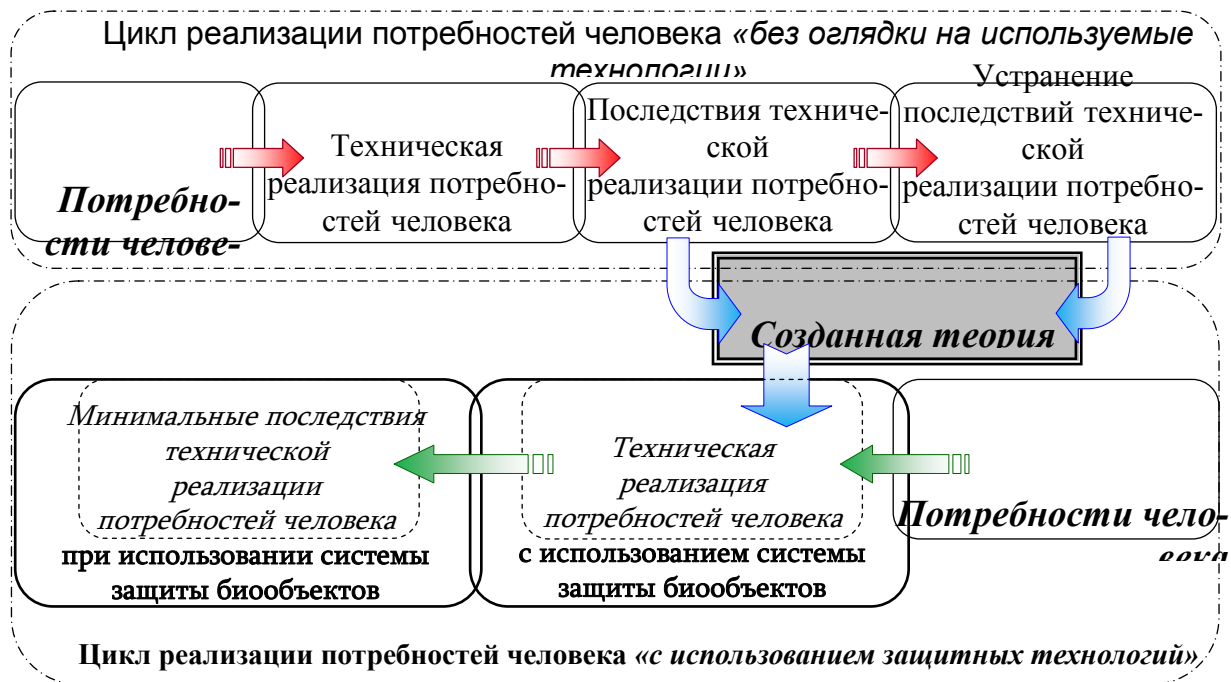


Рис. 1. Последовательность и следствия реализации потребностей человека

Совокупность разработанных материалов поглощающих ЭМИ и физической теории, определяющей синтез материалов с заданными свойствами, создает **систему защиты биообъектов от избыточного ЭМИ**.

В качестве обобщения можно указать, что система, созданная при поддержке профессора А. С. Ястребова, получила развитие по следующим направлениям:

- создание новой группы преобразующих материалов – материалов полупроводниковой структуры, геометрия и состав которых обеспечивают поглощение избыточного ЭМИ;
- расчет рупорных антенн – позволяет создать оптимальную геометрию, при формировании диаграммы направленности таких антенн происходит снижение уровня боковых лепестков;
- создание материала способного «учитывать» пространственное положение фотона – позволяет идентифицировать передающую антенну, а также выявлять дефекты материала, из которого изготовлен излучатель.

Список литературы

1. Ковалева, А. Г. Анализ биологического действия ЭМП и метод пассивной защиты от излучений сотовой связи / А.Г. Ковалева, А. В. Кулаков,

А. В. Львов, А. С. Ястребов // Сб. науч. трудов второго междунар. науч. конгр. «Нейробиотелеком – 2006». – СПб., 2006. – С. 290–294.

2. Киданов, В. А. Композиционные материалы в технике связи / В. А. Киданов, М. Б. Николаев, А. С. Ястребов // Телекоммуникации. – 2000. – № 4. – С. 36–39.

3. *Василишин, И. И.* Физическая теория микроструктуры электромагнитного поля дальней зоны излучения. / И. И. Василишин // Физика волновых процессов и радиотехнические системы: пленарные доклады // VIII Междунар. науч.-техн. конф. – 2009. – Т. 12. – № 3. – С. 54–62.

Е. Е. Лесиовская, Ю. Ф. Камынин

ЗАДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ: РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРАПИИ

Научно-исследовательский центр эволюции человека

Задержки психо-моторного и речевого развития встречаются все чаще и весьма разнообразны – от легких отклонений в формировании речи до глубоких нарушений психических и двигательных функций. Программа развития каждого человека predetermined генетически, но на реализацию этой программы влияет множество факторов и многие из них неблагоприятны: нерегулярное и неполноценное питание беременной и кормящей женщины; невротизирующие воздействия, нарушения сна; гиподинамия, длительное пребывание в душных помещениях; курение и употребление алкоголя, наркотиков; носительство вирусов (особенно группы герпеса) и других патогенов (особенно хламидий, токсоплазмы, уреаплазмы); инфекции у матери в период беременности и у ребенка, особенно в первый год жизни; отсутствие грудного вскармливания; дисбактериоз, ферментопатия, дискинезии желудочно-кишечного тракта, запоры у беременной женщины и у ребенка; применение в период беременности и в первые годы жизни нейротоксичных препаратов; вакцинация без учета состояния иммунных процессов и при наличии гипоксической энцефалопатии у ребенка и многие другие.

Если гипоксию предупредить не удалось, она неизбежно вызывает изменения в работе мозга. Нейроны не полностью обеспечены питательными веществами, поэтому они медленнее созревают и позднее включаются в работу. При тяжелой и длительной гипоксии часть нейронов может погибать (нейрональная атрофия).

При гипоксии накапливаются недоокисленные продукты обмена, и они начинают менять баланс между возбуждением и торможением. Процессы возбуждения начинают преобладать. Появляются волны возбуждения, которые нарушают нормальное течение информации по проводящим путям мозга:

- пароксизмальная активность (внезапно возникающее возбуждение, идущее по обычным путям проведения информации);
- эктопическая активность (возбуждение, возникающее вне обычных проводящих путей);
- эпилептическая активность (возбуждение, затрагивающие зоны мозга, отвечающие за контроль над двигательной мускулатурой).

Нередко изменяются и соотношения веществ, регулирующих функции мозга – нейромедиаторов. Возбуждающие нейромедиаторы – глутамат, субстанция Р, гомоцистеин, холецистокинин – начинают преобладать над уровнем тормозных медиаторов – пептидом дельта-сна, гамма-аминомасляной кислотой (ГАМК), таурином, аденозином. Причем сочетания этих нейромедиаторов могут быть совершенно разными у конкретных детей, у каждого – свой комплекс нарушений. Наслаиваются также изменения в содержании нейромедиаторов, ответственных за основные интеллектуальные процессы (дофамин, ацетилхолин, норэпинефрин, таурин, ГАМК, нейропептиды). В результате формируются неблагоприятные условия для развития мозга:

- дефицит субстратов энергетического обмена (веществ, из которых образуются энергоемкие вещества);
- дефицит ферментов энергетического обмена (веществ, которые обеспечивают образование энергоемких веществ из субстратов);
- замедляется процесс образования новых клеток мозга (незрелых нейронов) и их созревание;
- затрудняется процесс формирования связей между отдельными нейронами и соответственно центрами речи, слуха, зрения;
- процессы возбуждения разобщают отдельные зоны мозга и также препятствуют взаимодействию между нейронами и усвоению информации;
- появляются патологические механизмы стирания информации, поступившей в мозг.

В результате происходят сбои в программах созревания и развития нервной системы (а также и всех других органов и систем). Не формируются (или формируются с опозданием) системы обработки информации из-за разобщенности основных зон мозга, отвечающих за усвоение, обработку и анализ звуков, цветов, осязательной, обонятельной и другой информации. Ребенок не в состоянии усваивать новое, быстро устает, сонливость и вялость мгновенно могут сменяться резким возбуждением, раздражительностью, отказом от каких-либо усилий. В зависимости от того, какие процессы и вещества преобладают, поведение ребенка может быть разным. Он может выглядеть вполне здоровым, но все этапы созревания наступают чуть позже.

Могут преобладать апатия, равнодушие к окружающему, пассивность и однообразие в движениях. Ребенок отказывается от новых контактов, нервничает в новой обстановке.

Нередко, напротив, такие дети ведут себя беспокойно, ни минуты не могут посидеть, возбуждены и плохо спят (синдром гиперактивности). В тяжелых случаях ребенок замыкается в себе, не воспринимает или не полностью понимает обращенную к нему речь, отказывается от занятий и игр. Если чем-то недоволен, сразу начинает раздражаться и капризничать. Нередко появляются и агрессивные формы поведения, в том числе и аутоагрессия. Осложняет нарушения поведения и стереотипии повторение одних и тех же движений, звуков, мыслей. В их основе, как правило, лежит преобладание медиаторов дофамина или ацетилхолина в определенных зонах мозга (чаще в подкорковых ядрах).

Основные направления лечения задержек развития общие и не зависят от их степени:

1) устранение неблагоприятных воздействий на организм ребенка, вызывающих гипоксию;

2) восстановление режима дня, полноценный отдых и сон, нормализация питания (разнообразное, по показаниям - диета).

3) развивающая терапия (по показаниям – занятия с логопедом, психологом, ортопедом, специалистом по лечебной физкультуре, массаж, физиотерапия, ипотерапия, дельфино-терапия и многие другие);

4) лечение гипоксического состояния и поддержание длительно (многотлетне) и непрерывно энергетического обмена в тканях мозга и организме в целом;

5) по показаниям медикаментозная коррекция поведения;

6) нормализация иммунных процессов и при необходимости коррекция эндокринных нарушений;

7) санация очагов острой и хронической инфекции;

8) профилактика и лечение дисбактериоза;

9) очищение организма (поддержание функций печени, кишечника, почек);

10) витамины, макро- и микроэлементы, незаменимые аминокислоты и жирные кислоты, особенно полиненасыщенные омега-3-кислоты, фосфолипиды.

Помощь ребенку начинается с простых и всем известных правил, но сегодня ими часто пренебрегают – и напрасно! Отстающему в развитии ребенку жизненно необходим режим дня. Пробуждение, еда и засыпание в одни и те же часы. Восстановление биоритмов – это первый шаг к восстановлению процессов развития. Важным аспектом является питание детей. Оно должно быть сбалансированным и разнообразным (если нет строгих показаний к соблюдению определенной диеты, нередко показаны ограничение источников глютена и лактозы). Вредны продукты: вызывающие усиление процессов возбуждения в нервной системе, раздражающие печень и почки, затрудняющие стул. Полезны кисломолочные продукты, овощи, фрукты, соки, важно, чтобы пища была полноценной и по белку (мясо, ры-

ба, растительные белки – греча, орехи, бобовые). При недостаточном поступлении полезных веществ с едой их дефицит могут восполнить биологически активные добавки к пище с витаминами, аминокислотами, лецитином, омега-3-кислотами, фосфолипидами, макро- и микроэлементами.

Двигательный режим подбирается индивидуально, в зависимости от степени задержки развития и возможностей опорно-двигательной системы ребенка. Особенно важно укреплять мышечный каркас вдоль позвоночника, поскольку от правильного развития позвоночника во многом зависит кровоснабжение мозга. Большим подспорьем в этом являются плавание и танцевальные движения. Мелкая моторика и активность жевательных мышц напрямую связаны с речью, поэтому также нуждаются в постоянной тренировке.

Развивающие занятия формируют основные направления в развитии мозга. Подбирать их также следует индивидуально. Очень важно, чтобы воздействия на зрение, слух, осязание, обоняние и эмоциональную сферу сочетались между собой. Это правило могут применять и сами родители – показывая ребенку картинки, надо объяснять, что изображено (не важно, сколько из сказанного будет поначалу услышано, а тем более понято), во время лепки или игры с мелкими игрушками (тренировка мелкой моторики) полезно включить музыку и т. п. И еще очень важно учитывать ростовые процессы, родителям надо регулярно измерять рост и вес ребенка. Когда активизируется биологический рост в условиях дефицита энергообеспечения, более сложные функции (развитие нервной системы) уступают энергию более простым процессам – росту костей и мышц, например. В такие периоды во время занятий следует отдать предпочтение повторению и закреплению ранее усвоенного материала.

Обязательно ли при задержке развития пить столько лекарств?

Профилактика и лечение гипоксии у детей с задержками развития представляют собой не простую задачу. Дело в том, что антигипоксанты способны восстанавливать энергетические ресурсы как в слабых незрелых нейронах, так и в патологически активированных зонах мозга. Чем разнообразнее виды вредного для нервных процессов возбуждения, тем осторожнее следует выбирать эти препараты. Так, нередко случаи развития судорог на фоне применения антигипоксантов, активизирующих синтез пептидов мозга (актовегина, кортексина, глиатилина). Резкие изменения поведения в виде появления раздражительности и даже агрессивных вспышек наблюдаем на фоне ноотропных препаратов пирацетама, пантогама. Значительно менее опасны в этом плане, хотя и действуют медленнее, фолиевая кислота, рибоксин, семакс и таурин (тауфон). При выборе препаратов очень важно учитывать показатели электроэнцефалографии, которая в динамике позволяет отслеживать судорожную готовность. Правильное дозирование препаратов также позволяет повысить безопасность терапии.

Очень важным условием успеха является непрерывность терапии. Поскольку энергообеспечение требуется нервным клеткам ежедневно и запасы энергоемких веществ у детей невелики, да еще и расходуются постоянно на волны возбуждения и процессы роста, то необходим ежедневный прием препаратов этой группы. Инъекционные курсы более уместны в экстренных ситуациях при остро развившейся и тяжелой гипоксии. Пероральный прием у детей, конечно, сопряжен с рядом трудностей – особенно мешает усвоению субстратных и ферментных антигипоксантов дисбактериоз. Тем не менее наш опыт убеждает в необходимости приема препаратов внутрь. Учитывая, что детских форм очень мало, предпочитаем жидкие лекарственные формы (таблетку или капсулу приходится делить на части), назначаем препараты вместе с едой.

Очень важно чередование препаратов разных групп. Начинаем обычно с антигипоксантов – источников аминокислот и активизаторов синтеза белка (таурин, этилтиобензимидазол=метапрот, инозин=рибоксин, семакс), как наиболее безопасных в плане возможного возбуждения. Затем переходим к активаторам ферментов энергетического обмена или их источникам (коэнзим Q10, l-карнитин=элькар, цитохром С). После этого назначаем субстратные антигипоксанты (когитум, оксиметилэтилпиридина сукцинат=мексидол=мексикор, оксибрал). В промежутках при хорошей переносимости применяем источники макроэргических фосфатов (АТФ, креатин-фосфат).

При отсутствии угрозы судорог, тиков и восстановлении баланса процессов возбуждения и торможения можно применять актовегин, глиатилин, кортексин, а также ноотропы (группа пирацетама, пантогам и др.). Цель проводимой терапии – восстановление энергетического обеспечения нейронов и создание оптимальных условий для их созревания. Сочетание этой терапии с развивающими воздействиями приводит к увеличению числа активных нейронов, улучшению межклеточного взаимодействия и восстановлению поступления информации по основным проводящим путям. Для всех этих процессов требуется довольно много времени. Поэтому и результаты терапии видны далеко не сразу. Прогноз тем лучше, чем быстрее удастся восстановить баланс между возбуждением и торможением. Поддержание энергетического обмена необходимо в постоянном режиме. Смена препаратов с разными механизмами действия обеспечивает не только эффективность, но и безопасность такого лечения.

Особая тема – устранение нарушений поведения у детей с задержками развития. В рамки этой статьи ее не уместить. Отметим лишь, что, ставя перед собой цель развивать нервные процессы, восстанавливать связи в поврежденном мозгу, следует очень взвешенно и осторожно подходить к применению веществ, угнетающе действующих на мозг (транквилизаторы, снотворные, нейролептики, средства для наркоза). Эти препараты не только снижают процессы возбуждения и потребность мозга в кислороде, но и

останавливают процессы формирования нервных центров, затрудняют межклеточное взаимодействие, вызывают деформацию ритмов «сон-бодрствование» и вмешиваются во все основные медиаторные системы мозга, меняя их работу. Чем выше дозы этих препаратов и дольше их прием, тем больший урон они могут нанести незрелой нервной системе ребенка. **Поэтому при выборе этих препаратов многократно и всесторонне необходимо взвесить возможные пользу и вред от их применения.** Наш опыт показывает, что растительные успокаивающие средства и некоторые гомеопатические препараты смягчают процессы возбуждения и облегчают социальную адаптацию ребенка. Они могут также улучшать сон.

Базой для восстановления обменных процессов в мозгу являются улучшение функций печени, поджелудочной железы, кишечника и почек (органов питания и очищения). Очень важны адекватная иммунокоррекция и поддержание функций эндокринной системы. В детской практике высокоэффективна по всем этим направлениям фитотерапия.

*Э. В. Крыжановский, А. Г. Григорян,
А. В. Чистов, Е. А. Лахтеева*

ОПТОРИМОГРАФ – СИСТЕМА БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

Введение

Более трети века назад неинвазивный метод спектроскопии ближней инфракрасной (ИК) области был впервые применен для исследования кислородной недостаточности и циркуляции крови в головном мозге человека [1]. Свои открытия автор описал только спустя 22 года, после продолжительного клинического применения данной методики для исследования процессов мозгового кислородонасыщения [2].

С начала 90-х гг. метод спектроскопии ближней ИК-области начал применяться более широко, так как инструментальная часть стала более совершенной. Подробное описание по применению методики в различных областях медицины хорошо описано в работе [3]. В работе [4] сообщается о возможности мониторинга церебральной оксигенации с помощью данного метода, что позволяет повысить точность диагностики и оптимизировать терапию при нарушениях кислородного насыщения головного мозга с целью профилактики неврологических осложнений.

С помощью метода спектроскопии ближней ИК-области были также получены результаты по исследованию особенностей функциональной активности коры головного мозга у взрослых лиц, и у новорожденных. Изу-

чению картирования мозговой активности посвящен ряд следующих работ. Обзор данных работ представлен в [3]. Возможность картирования мозговой активности, а также создание относительно компактного оборудования (тем не менее, достаточно дорогого) компанией Hitachi привела к серии работ японских исследователей в психологии и психиатрии [5]. Картирование мозговой активности с помощью спектроскопии ближней ИК-области получило название оптической топографии.

Тем не менее, современное приборное обеспечение метода спектроскопии ближней ИК-области имеет ряд ограничений, касающихся, в первую очередь, трудоемкости, громоздкости и высокой стоимости измеряющих приборов.

Эти ограничения не способствуют широкому применению метода в медицине и психологии.

Кроме того, используемые на сегодняшний день методы спектроскопии в медицине и психологии практически ограничиваются ИК-областью спектра (в силу наибольшей мощности излучения в данной области спектра), пренебрегая информативностью видимой и УФ областей спектра излучения мозга.

Настоящая разработка направлена на решение упомянутых проблем с учетом более полной реализации метода оптической топографии.

Это связано с решением следующих задач:

1) создание компактного программно-аппаратного комплекса, направленного на неинвазивную регистрацию мозговой активности (посредством оптических датчиков) в ближней ИК-области. На начальном периоде информация о мозговой активности будет изучаться посредством исследования гемодинамики головного мозга;

2) обеспечение простоты эксплуатации программно-аппаратного комплекса;

3) обеспечение низкой себестоимости прибора;

4) расширение возможности программно-аппаратного комплекса, направленного на регистрацию мозговой активности на весь оптический диапазон (УФ, видимый и ИК).

На сегодняшний день нами достигнут существенный прогресс в решении первых трех задач. Настоящая работа демонстрирует предварительные результаты исследований, полученных с помощью развиваемой технологии.

Методы

Разработанная система, названная нами «Опторитмограф», представляет собой четырехканальный (в перспективе – многоканальный) прибор, персональный компьютер со специализированным программным обеспечением. Четыре, полностью идентичных оптических канала, замеряют отраженное излучение в ИК-диапазоне исследуемой области головы человека.

Прибор состоит из оптических сенсоров и процессорного блока, рас-

положенных на эластичном ремне. Вся конструкция закрепляется на голове испытуемого, подобно повязке, обхватывая лобные и височные области (рис. 1). Оптические сенсоры представляют собой конструкцию с широкополосным фотодиодом и ИК светодиодами, расположенными таким образом, чтобы эффективно регистрировать данные с площади примерно в 1 см^2 , сам сенсор занимает площадь порядка 6 см^2 .

Суть метода заключается в следующем. Исследуемые ткани биологического объекта (в данной методике – лобные и височные области поверхности головы человека) просвечиваются пучком инфракрасного (ИК) излучения с помощью источника (светодиода, создающего ИК-излучение с длиной волны 940 нм, имеющее глубину проникновения в ткани организма до 4 см), которое, частично проходя через ткань и частично отражаясь от ее внутренних структур, воспринимается фотоприемниками.



Рис. 1. Расположение прибора «Опторитмограф» на голове

Сигнал посылается путем генерации излучения со светодиода с длиной волны 940 нм с шириной полосы излучателя фотосенсора по уровню $0,5 \dots \pm 20 \text{ нм}$ с суммарной импульсной мощностью ИК-излучателей одного фотосенсора – не более 250 мВт. Регистрируется отраженное оптическое излучение с помощью фотодиода приемника, расположенного конструктивно в непосредственной близости (5 мм) от оптического излучателя.

Сигналы с датчиков после усиления поступают на входы АЦП микроконтроллера, который с частотой дискретизации 25 Гц преобразует каждый из сигналов в цифровой код и передает в ОЗУ компьютера.

Специализированное программное обеспечение реализовано в виде диалоговой интерактивной системы, позволяющей выполнять следующие функции:

- просмотр сигналов всех каналов в режиме осциллографа на экране цветного монитора компьютера;
- запись сигналов одновременно со всех каналов в ОЗУ компьютера;
- измерение амплитудно-временных параметров сигнала;
- статистический анализ основных параметров сигнала.

С помощью инфракрасного излучения хорошо определяются количество проходящего по сосудам гемоглобина (с кислородом и без него) и объем крови в тех или иных участках мозга. Объем крови зависит от параметров сердечно-сосудистой системы (мощности сердечного выброса, величины артериального давления, периферического сопротивления артериальной системы, упругости стенок сосудов) и отражает физиологическое состояние организма человека или животного. Пульсации периферических сосудов, возникающие за счет прохождения пульсовой волны, вызывают колебания оптической плотности живой ткани, поэтому поток ИК-излучения, прошедший и отраженный от тканей, модулируется по амплитуде и наводит в фотоприемнике электрический сигнал, пропорциональный этому потоку. Таким образом, прибор позволяет вести неинвазивную запись.

При активации зон мозга (например, при выполнении исследуемым психофизиологических тестов или других заданий) изменяется потребление кислорода и кровообращение в указанной зоне активизируется, таким образом, опосредованно изменяется амплитуда ИК-излучения, что регистрируется фотодатчиком. Учитывая высокую скорость регистрации сигнала – мы получаем динамическую картину изменения амплитуды регистрируемого ИК-излучения во времени. Один цикл измерений кровотока, вычислений и выдачи команды занимает у системы 40 мс, поэтому можно сказать, что «она реагирует на мысли» подключенного к датчикам человека в реальном времени. Полученный сигнал обрабатывается и калибруется с помощью персонального компьютера, мы получаем динамическую кривую определенной формы, регистрируемую с определенного участка области головы. Программное обеспечение помогает убрать «шумы», выделить фоновые колебания кривой и специфические (связанные с выполнением тестов) динамические изменения регистрируемых данных.

Характеристики прибора:

- * количество каналов – 4;
- * номинальная разрешающая способность по уровню фотоЭДС сенсоров (на длине волны 940 нМ) – не хуже 50 нВ;
- * рабочий диапазон длин волн для фотосенсора (по уровню –6 дБ) 570–1000 нМ;
- * номинальная длина волны ИК излучателя фотосенсора (940 нМ);
- * суммарная импульсная мощность ИК излучателей одного фотосенсора – не более 250 мВт;
- * ширина полосы ИК излучателя фотосенсора по уровню 0,5...±20 нМ;
- * скорость опроса и съема данных по всем четырем каналам (квазисовременно), при номинальной разрешающей способности – не хуже 1 четырехканального измерения в секунду;
- * интерфейс с управляющим ПК - USB 1.0 или выше;
- * напряжение питания – 5 В;
- * средний ток потребления – не более 200 мА;
- * масса – не более 180 г;
- * диапазон рабочих температур 0...+40 С° при относительной влажно-

сти – не более 80 %.

Заключение

Создана компактная и недорогая система, позволяющая осуществлять спектроскопию ближней ИК-области с поверхности головы человека. Данные, полученные в ходе тестирования данной системы, имеют высокую корреляцию с классическими методиками.

При этом результаты проведенных исследований, в целом, повторяют тенденции, выявленные с помощью дорогостоящих и громоздких зарубежных систем.

Дальнейшее развитие системы позволит более широко использовать данный метод, а также получать данные в полевых условиях.

Созданы предпосылки для расширения возможностей системы, направленных на регистрацию мозговой активности на всем оптическом диапазоне, включая видимый спектр.

Список литературы

1. *Jöbsis, F. F.* Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters / F. F. Jöbsis // *Science*. – 1977. – **198** 4323 – P. 1264–1267.

2. *Jöbsis-VanderVliet, F. F.* Biochemical and physiological basis of medical near-infrared spectroscopy / F. F. Jöbsis-VanderVliet and P. D. Jöbsis J. // *Bio-med.Opt.* – 1999. – **4** 3. – P. 397–402.

3. *Wolf, M.* Progress of near-infrared spectroscopy and topography for brain and muscle clinical applications / M. Wolf, M. Ferrari, V. Quaresima // *Journal of biomedical optics*. – 2007. – **12** (6): 062104.

4. *Al-Rawi, P. G.* Tissue oxygen index: Thresholds for cerebral ischemia using near-infrared spectroscopy / P. G. Al-Rawi and P. J. Kirkpatrick // *Stud.Cercet Endocrinol.* – 2006. – **37** 11. – P. 2720–2725.

5. *Hoshi, Y.* Detection of dynamic changes in cerebral oxygenation coupled to neuronal function during mental work in man / Y. Hoshi and M. Tamura // *Neurosci. Lett.* – 1993. – **150** 1, 5–8.

Е. В. Лубенцова, А. А. Володин

АДАПТИВНАЯ НЕЙРОНЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Северо-Кавказский федеральный университет

E-mail: lubenchov@nti.ncstu.ru

Для управления сложными биотехнологическими системами применение традиционных регуляторов оказывается малоэффективным из-за невысокой воспроизводимости биообъектов, неопределенности их характеристик, большого числа случайных, нелинейных и нечетких переменных, которые в математическом описании системы сложно линеаризовать и учесть.

Применение нейронечеткой логики обеспечивает принципиально новый подход к проектированию сложных систем управления. Под нейронечеткой системой управления в данном случае понимается система, алгоритм управления которой основан на полученной измерительной информации о параметрах процесса и эмпирически приобретенных знаниях о функционировании объекта (процесса), представленных в лингвистической форме в виде некоторой совокупности правил. Несмотря на субъективный характер правил, они позволяют учитывать неточно определенные данные объекта управления. Но при этом не исключается вероятность появления погрешности вывода решений больше допустимой. В качестве алгоритма вывода решения могут применяться известные алгоритмы вывода: Мамдани, Сугено и др. [1]. Данные алгоритмы по-разному реализуют нечеткий логический вывод, но существенных отличий не имеют. В то же время правильно выбранный алгоритм вывода может повысить точность получаемого управляющего сигнала. Сравнительный анализ описанных алгоритмов показал [1, 2], что при прочих равных условиях погрешность аппроксимации с применением алгоритма Сугэно несколько меньше, чем с применением алгоритма Мамдани. Причем алгоритм Сугэно с вычислительной точки зрения реализуется значительно проще, чем алгоритм Мамдани, а время счета для него меньше, чем для алгоритма Мамдани в 50–100 раз. Поэтому для нечеткого управления потоками субстрата и отбора культуральной жидкости из биореактора воспользуемся алгоритмом Сугэно. В пакете Matlab система вывода Сугэно представлена ANFIS-редактором (ANFIS от английского, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System). ANFIS реализует систему нечеткого вывода Сугэно в виде пятислойной нейронной сети прямого распространения сигнала. Назначение слоев следующее: первый слой – термы входных переменных; второй слой – antecedentes (посылки) нечетких правил; третий слой – нормализация степеней выполнения правил; четвертый слой – заключения правил; пятый слой – агрегирование результата, полученного по различным правилам. Входы сети в отдельный слой не выделяются. Система ANFIS обладает как адаптивностью методов нечеткой логики, учитывающих неопределенности моделирования и условия работы системы управления, так и возможностью обучения по заданному набору данных.

В нейронечетких сетях используются дифференцируемые реализации треугольных норм (умножение и вероятностное ИЛИ), а также гладкие функции принадлежности (треугольные, гауссовские и др.). Это позволяет применять для настройки нейронечетких сетей быстрые алгоритмы обучения нейронных сетей, основанные на методе обратного распространения ошибки. В данной работе представлены результаты применения системы ANFIS для синтеза нечеткого регулятора потока субстрата, подаваемого в биореактор.

Известно, что нечеткий регулятор имеет, как правило, не менее двух входов. В нашем случае на один вход нечеткого регулятора подается сигнал,

пропорциональный концентрации субстрата, а на другой вход – сигнал, пропорциональный уровню жидкости в аппарате. Генерация системы нечеткого вывода осуществлена со следующими параметрами: тип функции принадлежности (ФП) – треугольная; количество функции принадлежности равно 5, что соответствует количеству правил, генерируемых системой нечеткого вывода; заданное значение итераций (эпох) – 20; алгоритм нечеткого вывода – алгоритм Сугено нулевого порядка. Из полученных переходных процессов в системе с нечетким регулятором следует, что начальное формирование структуры fuzzy – регулятора (выбор формы и количества терм) не обеспечивает выполнение ограничения на максимальную величину потока поступающего субстрата. Для корректировки процесса управления число треугольных функции принадлежности в модели anfistrim9 увеличено до максимально возможного количества, равного 9 (рис. 1).

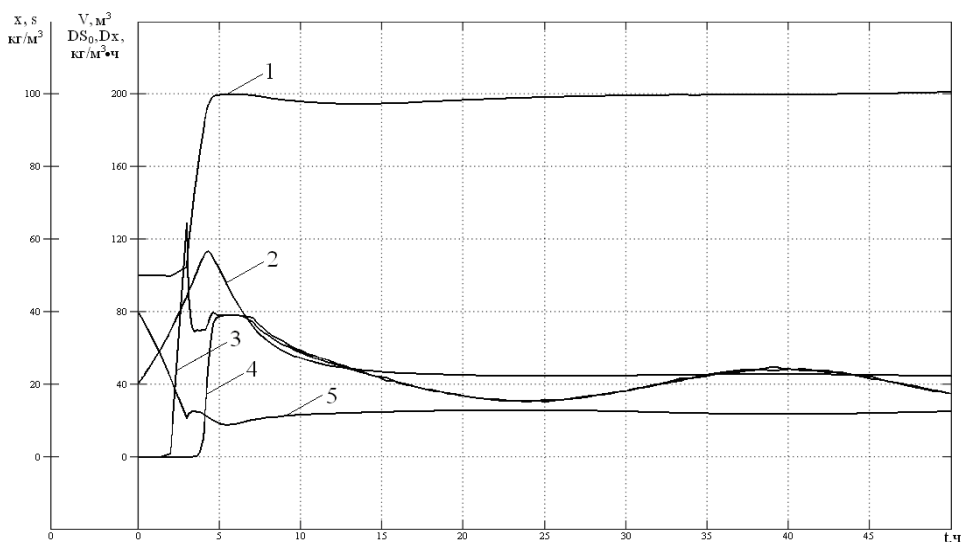


Рис. 1. Динамические характеристики в системе управления с fuzzy-регулятором anfistrim9:

1 – объем жидкости в реакторе (V); 2 – концентрация биомассы (x); 3 – приток субстрата (DS_0); 4 – отбор культуральной жидкости (Dx); 5 – концентрация субстрата (s)

Точность интерполяции при этом возрастает: на 20-ти итерациях ошибка уменьшается примерно в 3 раза. В результате анализа переходных процессов, полученных в системе моделирования anfistrim9 с девятью треугольными ФП, установлено, что ограничение на управление выполняется во всем диапазоне регулирования. Однако в начале процесса регулирования имеет место значительное увеличение притока поступающего субстрата, что вызывает увеличение потока сливаемой культуральной жидкости при практически неизменной концентрации биомассы, т. е. фактически имеет место перерасход поступающего в аппарат субстрата. Это, на наш взгляд, является следствием большой ошибки интерполяции при малом числе итераций в начале процесса регулирования.

В ходе исследований установлено, что минимальную ошибку при количестве ФП по каждому входу от 2 до 4 обеспечивает более гладкая по

сравнению с треугольной гауссовская функция принадлежности *gaussmf* и *gauss2mf*). Применяв в алгоритме разрабатываемого нечеткого регулятора для управления биосистемой модель *anfisgauss2.fis*, содержащую по 3 сдвоенных гауссовских функций *gauss2mf* по каждому входу (9 правил), получено, что пиковый выброс субстрата на притоке (кривая 3, рис. 1), имеющий место в начале процесса регулирования, отсутствует и далее имеем практически тот же результат, что и с моделью управления с девятью треугольными функциями принадлежности, но при этом время счета сокращается в 25 раз (рис. 2).

Таким образом, использование системы ANFIS с гауссовской функцией принадлежности позволило произвести синтез и настройку нечеткого регулятора потока субстрата при неполной информации о биотехнологическом объекте управления при малых затратах времени на обучение. Можно также отметить, что нечеткий регулятор, синтезированный с помощью треугольных функций принадлежности, имеет сложную базу правил и не устраняет пиковые выбросы на потоке субстрата в начале процесса регулирования.

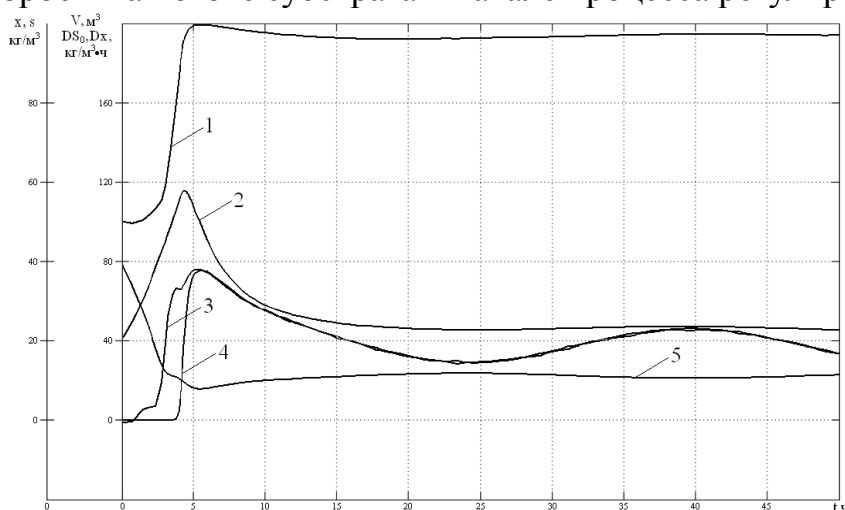


Рис. 2. Динамические характеристики в системе управления с fuzzy-регулятором *anfisgauss2.fis*: 1 – объем жидкости в реакторе (V); 2 – концентрация биомассы (x); 3 – количество поступающего субстрата (DS_0), 4 – количество сливающегося субстрата (Dx); 5 – концентрация субстрата (s)

Наиболее эффективным при синтезе нечеткого регулятора потока субстрата в адаптивной системе управления биосинтезом является использование гауссовских функций принадлежности при трех правилах разложения по каждому входу и нечеткого вывода Сугено.

Список литературы

1. *Круглов, В. В.* Сравнение алгоритмов Мамдани и Сугэно в задаче аппроксимации функции – электронный источник <http://logic-ratsk.ru/radio/fuzzy/kruglov/kruglov.htm> (дата обращения: 23.07.2011).

2. *Скриль, Д.* Исследование системы передачи мобильной связи с нейронечеткой идентификацией тракта передачи – электронный источник <http://pinchukfund.ru/storage/students/works/2008/440.doc> (дата обращения: 23.07.2011).

РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭКРАНИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И РАБОЧИХ МЕСТ ОПЕРАТОРОВ

Электромагнитная безопасность – это система организационных и технических мероприятий, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электромагнитного поля (ГОСТ Р51070–97). Важное место в данной системе занимает соблюдение предельно допустимых уровней (ПДУ) электромагнитных полей.

Экранирование источников электромагнитных полей (ЭМП) и рабочих мест может осуществляться с помощью отражающих экранов, которые выполняются из металлических листов, сетки или в сочетании их с радиопоглощающими покрытиями РПП.

Однако мероприятия по защите электронного оборудования от ЭМП металлическими радиоотражающими материалами могут повлечь за собой ухудшение условий труда персонала. В некоторых случаях эти материалы способны создавать отраженные радиоволны, которые могут усилить облучение человека. Кроме того, в экранированных отражающими материалами помещениях снижается естественное магнитное поле Земли. Более удобными для экранирования являются радиопоглощающие материалы.

Источниками излучения электромагнитных волн в радиотехнических установках могут быть генераторы электромагнитных колебаний, антенные устройства, отдельные СВЧ-блоки. Электромагнитное излучение (ЭМИ) радиочастотного диапазона (РЧ), формируемое радиоэлектронными средствами, отличается от естественного фона по мощности и своим частотным характеристикам и вносит дополнительный вклад в реакцию биологических объектов.

Особо актуальной проблемой является подавление нежелательных (паразитных) ЭМИ, возникающих из-за несовершенства конструкций излучающих блоков. Электромагнитные излучения от блоков снижают электромагнитную совместимость (ЭМС) устройств и являются дополнительным каналом утечки информации.

Различные элементы радиоэлектронного устройства работают на самых разнообразных уровнях мощности, максимальное отношение которых может достигать величины 200 дБ или 1020 (1010 по напряжению или току). Опасность возникновения взаимных помех в этих условиях весьма велика. Она еще усугубляется тем, что питание различных устройств осуществляется большей частью от общей энергетической сети.

Работа средств вычислительной техники сопровождается электромагнитными излучениями, которые являются источниками опасного сигнала, способного образовывать определенные каналы утечки информации. Элек-

тромагнитное излучение, создаваемое персональным компьютером, имеет сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц – электрическую (Е) и магнитную (Н) составляющие, и их оценка производится раздельно.

Данные по характеристикам некоторых моделей персональных компьютеров не удовлетворяют требованиям международных стандартов (MPR 1990:08), что обуславливает необходимость повсеместного контроля характеристик оборудования, которым укомплектованы рабочие места. Уровни ЭМИ портативных компьютеров с жидкокристаллическими экранами превышают нормативные параметры для многих компьютеров с мониторами на ЭЛТ. Представляется целесообразным экранирование с помощью радиопоглощающих материалов (РПМ) и покрытий как комплексное и радикальное средство защиты следующих помещений и оборудования: пунктов связи; вычислительных и аналитических центров; испытательных и исследовательских центров и лабораторий; лабораторий для сертифицированных испытаний; медицинских диагностических центров.

В зависимости от частоты источника помех и расстояния от него до экранируемой аппаратуры электромагнитные поля могут проявлять себя различно. Принято различать ближнюю зону с расстоянием от источника помех $R \leq 5\lambda$ и дальнюю зону с расстоянием $R \geq 5\lambda$. В ближней зоне преобладающей составляющей электромагнитного поля являются магнитная или электрическая составляющие. В дальней зоне одинаково проявляют себя обе компоненты. В диапазоне 0...100 Гц – экранирование аппаратуры проводится от магнитной и от электрической составляющей. В диапазоне 100...5,109 Гц экранирование аппаратуры проводится от электромагнитного поля.

Одним из наиболее эффективных способов защиты элементов и блоков радиоэлектронных систем и биообъектов от ЭМИ и непреднамеренных электромагнитных помех является применение радиопоглощающих материалов, т. е. экранирующих материалов с высоким уровнем электромагнитных потерь, которые в виде покрытий наносятся на металлические поверхности элементов РЭА.

Экранирование может происходить как на уровне отдельных элементов схем, так и на уровнях блоков, устройств, кабельных линий связи, а также на уровне помещений, где находится РЭА. Экранирование помещений является существенно более дорогим видом пассивной защиты, но наиболее эффективным и многофункциональным.

При разработке экранирующего РПП основным вопросом является выбор материала для его изготовления. Теоретическое решение задачи экранирования, определение значений напряженности полей в общем случае чрезвычайно затруднительно, поэтому в зависимости от типа решаемой задачи представляется удобным рассматривать отдельные виды экранирования: электрическое, магнитостатическое и электромагнитное.

В основном элементы и блоки технических средств являются излучателями электромагнитного поля ВЧ, СВЧ диапазонов, в связи с чем наиболее применимым является электромагнитное экранирование радиопоглощающими материалами (РПМ) или покрытиями. Главным фактором, определяющим качество экранирования, являются радиофизические свойства материала покрытия.

Для диапазона СВЧ опасным для человека является уровень воздействия излучений свыше 10 мкВт/см^2 . При этом следует выполнять современные требования к экранированию при использовании новых типов РПМ с максимально возможным коэффициентом затухания электромагнитной волны на выходе из материала экрана.

Электромагнитная волна при взаимодействии с РПМ или экраном с покрытием претерпевает значительное поглощение и частично проникает в экранируемую область. Общая эффективность экранирования РПМ экрана определяется суммой потерь за счет поглощения энергии в толще материала, отражения энергии от границ раздела «внешняя среда – экран» и многократных внутренних отражений в стенках поглощающего материала или покрытия экрана. Потери на отражение на границе раздела двух сред связаны с различными значениями волновых сопротивлений этих сред.

На кафедре ТиМ СПбГУТ разработаны модели РПМ для снижения уровня излучений от технических сред и для защиты от утечки информации по техническим каналам и проведены исследования и измерения эффективности экранирования технических средств.

Исследование эффективности экранирования технических средств (ТС) включало:

- разработку радиопоглощающих покрытий для экранирования кабелей;
- разработку радиопоглощающих покрытий для защитных кофров (короб);
- измерения ПЭМИ в требуемых частотных диапазонах в независимом испытательном центре.

В табл. 1 представлены некоторые технические средства, экранируемые защитным кофром.

Таблица 1

Наименование	Производитель	Модель	Серийный номер
Монитор	Samsung	740N	HA17HMCР778778А
Системный блок	Kraftway	Credo KC 51	0010180824

Измерения проводились по электрической составляющей электромагнитного поля с применением средств измерений и вспомогательного оборудования, приведенных в табл. 2

Таблица 2

№ п/п	Наименование измерительного оборудования
1	Программно-аппаратный комплекс «Навигатор-П51» в составе анализатора спектра R&S FSP13
2	Антенна измерительная дипольная активная АИ5-0
3	Антенна измерительная рамочная АИР3-2
4	Антенна измерительная пассивная логопериодическая ЛПА-2
5	Антенна измерительная рамочная ЕМСО 6511
6	Пробник напряжения пассивный «Шмель»

В качестве тест-сигналов использовались сигналы, создаваемые специализированными тестирующими программами.

Измерения проводились на измерительной площадке независимого испытательного центра. Технические средства устанавливались на диэлектрическом поворотном столе. Измерительная антенна располагалась вплотную к общему центру ТС и на высоте 0,8 м от уровня пола. Измерения напряженности поля проводились на каждой спектральной составляющей ПЭМИ исследуемых ТС в направлении излучения.

Были определены параметры опасных сигналов и заданы следующие режимы обработки информации :

- режим вывода информации на монитор 800x600/60 (D-Sub);
- режим вывода информации на монитор 1024 x768/60(D-Sub);
- режим вывода информации на монитор 1280x1024/60(D-Sub).

Исследования заданных режимов проводились с кабелем VGA (D-Sub-D-Sub) до и после нанесения на него специально разработанного экранирующего (поглощающего) покрытия.

Результаты измерений частот и уровней ПЭМИ при работе ТС в тестируемых режимах обработки информации показали:

- после экранирования кабеля наблюдается ослабление уровня сигнала на частотах свыше 500 МГц и незначительное ослабление уровня сигнала на более низких частотах;
- по результатам расчета после экранирования наблюдается уменьшение размера контролируемой зоны.

Измерения снижения уровней сигнала от ТС, сокрытых коробом показали:

- при измерениях, в которых измерительная антенна располагалась вплотную к столу с генератором, наблюдается значительное ослабление сигнала во всем диапазоне частот;
- в случае расположения измерительной антенны на расстоянии 1 м от стола наблюдается значительное ослабление сигнала только на частотах свыше 600 МГц;

– при расположении измерительной антенны на расстоянии 3 м от стола наблюдается менее значительное ослабление во всем диапазоне частот, при использовании кофра.

Из вышесказанного следует, что различные значения мощности генератора практически не повлияли на результаты измерений.

*А. А. Баранов, О. И. Буренева,
А. Х. Мурсае, Н. М. Сафьянников, А. К. Фролкин*

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ МИКРОСИСТЕМЫ ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)*

E-mail: info@letintech.ru

В системах автоматического управления и информационно-измерительных системах и устройствах, работающих в сложной помеховой обстановке, проблемы отказоустойчивой передачи информации являются весьма актуальными.

В большинстве случаев передачи осуществляются в цифровой форме независимо от первичной или промежуточной формы представления данных, а это требует применения дополнительных аппаратных модулей. Во-первых, каждый источник информации в распределенной системе кроме собственно первичного преобразователя должен снабжаться сетевым контроллером для исключения конфликтов при передаче данных от нескольких независимых источников по одному каналу. Во-вторых, такой контроллер должен включать средства помехозащищенного кодирования, например кодек Хемминга или кодек Рида–Соломона. Все это удорожает систему и ухудшает параметры энергопотребления. Кроме того, исключаются возможности автоматического периодического контроля вторичного преобразователя и его перестройка на реализацию дополнительных функций.

Проблема помехоустойчивой передачи информации может быть легко решена использованием времени импульсной формы представления данных, в которой информационную функцию выполняют временные характеристики прямоугольных единичных импульсов, например, относительная длительность импульсов при постоянном периоде их следования (ШИМ-сигналы) или фиксированное количество импульсов произвольной длительности за некоторое время (частотно-импульсные последовательности). При этом значение амплитуды импульсов не несет информационной нагрузки. Использование таких форм позволяет реализовывать потоковые способы передачи и одновременно с этим потоковые способы обработки

информации, которые характеризуются возможностью реализации следящих режимов за счет использования методов малых приращений и последовательной обработки потоков по мере поступления одиночных импульсов и высокой помехоустойчивостью, обусловленной непозиционностью и весовой равнозначностью одиночных импульсов.

Повышение надежности с одновременным повышением скорости обработки информации, обеспечивающие увеличение производительности информационных систем, может быть достигнуто путем организации процессов обработки без изменения потоковой формы представления информации.

Такие процессы, ориентированные на потоковые формы представления и обработки данных, могут быть эффективно применены в распределенных системах обработки, поскольку все большее число измерительных датчиков, используемых в настоящее время, представляют измеряемые параметры в виде потока импульсов модулированных по частоте, длительности или фазе. Это, например, датчики температуры MAX6672/MAX6673, TMP04, TMP05, перемещения AS5030, HAL2859, Allegro A1351, ускорения ADXL213, ADXL202, скорости движения и многие другие. Кроме того, такие датчики при сравнимых метрологических показателях дешевле и надежнее известных измерителей, на выходе которых измерительная информация представлена в цифровой и аналоговой формах.

Данные, снимаемые с таких датчиков, могут без предварительного преобразования по однопроводным линиям связи поступать на входы вторичных преобразователей, осуществляющих комбинированную обработку сигналов, представленных в потоковых импульсных формах. Такой подход обеспечивает снижение энергопотребления периферийных измерительных модулей вплоть до возможности перехода на автономное батарейное питание удаленных датчиков, телекоммуникационный канал является более помехозащищенным в сравнении с цифровыми каналами. Дополнительные преимущества такого подхода проявятся, если приемный блок вторичного преобразователя строится на основе импульсно-поточковых принципах преобразования.

Структурно блоки вторичного преобразования, реализующие импульсно-поточковые вычисления, строятся с использованием отрицательной обратной связи, реализующей компенсационные механизмы.

При организации вторичного преобразования задачи обработки информации, представленной в импульсной форме, решаются за счет использования частотно импульсной следящей системы компенсационного типа, обеспечивающей непрерывное отказоустойчивое формирование результата в соответствии с функцией сенсора, как, например, реализовано в цифровом термометре [1].

Работа схемы цифрового термометра основана на модуляции опорного импульсного потока широтно-импульсными сигналами, поступающими с

сенсора, с постоянной длительностью и изменяющимся в зависимости от измеряемого параметра периодом, определяющим время срабатывания запараллеливаемых обратных связей. При этом в каскадах происходят выработка и автоматическая компенсация сигналов рассогласования, фиксация значений кодов в течение периода и выработка на основе этих кодов постоянных на периоде соответствующих частотных потоков при стабильном удержании результата.

Комбинированная обработка нескольких сигналов, представленных в потоковых импульсных формах, реализована в блоке вторичного преобразования устройства [2], предназначенном для измерения температурных полей путем преобразования сигналов датчиков, опрашиваемых последовательно, с дальнейшим потоковым усреднением.

Элементной базой для микросистем, выполняющих функции вторичного преобразования, являются схемы программируемой логики (ПЛИС), существенно расширяющие возможности реализации импульсно-потоковых преобразователей.

Применение ПЛИС позволяет обеспечить расширенную функциональность при значительном улучшении многих технических и экономических показателей [3]. Появилась возможность размещать на кристалле микропроцессор, с последующей программной реализацией части функций вторичного преобразователя. Это дает возможность одновременно с преобразованием при сохранении свойств помехозащищенности и самоисправления случайных сбоев реализовывать функции самоконтроля, а в некоторых случаях и самокалибровки. Также легко обеспечить перестройку системы преобразователей на реализацию различных функций, включая функции нескольких переменных, при этом быстродействие таких систем является достаточным для заполнения временных интервалов импульсами с периодом в сотни пикосекунд. Это повышает разрешающую способность, и, в конечном счете, точность преобразования, становится возможной обработка данных, передаваемых по радиоканалам.

Дальнейшим развитием рассматриваемых структурно-технологических решений может стать переход на реализацию блока вторичного преобразования в форме заказных БИС. В настоящее время переход на заказные БИС становится экономически оправданным уже при серийности в несколько тысяч микросхем. В относительно высокотиражных устройствах это обеспечит дальнейшую экономию средств, улучшение массогабаритных, энергетических и надежности показателей. Для быстрого перехода от ПЛИС к заказной БИС требуется развитая библиотека топологических решений базовых узлов преобразования импульсных потоков, а также разработка средств масштабирования проектов для адаптации компонентов к конкретным целевым технологиям.

Предлагаемые телекоммуникационные микросистемы могут быть эффективно применены в многоканальных телекоммуникационных системах,

информационных системах управления объектами, системах централизованной обработки данных в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах передачи данных.

Список литературы

1. Пат. 2212637 РФ, МПК G 01 K 7/32. Цифровой термометр. – опубл. 20.09.03, Бюл. № 26.

2. Пат. 2260778 РФ, МПК G 01 K 3/02, 7/00. Устройство для измерения средней температуры. – опубл. 20.09.05, Бюл. № 26.

3. *Грушвицкий, Р. И.*, Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой. – 2-е изд., перераб. и доп. / Р. И. Грушвицкий, А. Х. Мурсаев, Е. П. Угрюмов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 736 с.

В. Л. Андрианов, Р. А. Черный

ВЛИЯНИЕ ОСТЕОПАТИИ НА НЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОЗГА

Академия развития ребенка, Санкт-Петербург

E-mail: nastiaf@yandex.ru

В последние годы прошлого и первые годы настоящего столетия произошли значительные сдвиги в понимании работы клеток головного и спинного мозга.

Нервные клетки, сохраняя организацию и функцию нейрона, демонстрируют свойства, присущие эндокринным клеткам, способны секретировать пептидные гормоны, т. е. нейропептиды.

Таким образом, речь идет о нейроэндокринологии. Доказано также, что эти же клетки могут участвовать в регуляции гомеостаза и способны менять рецепторы ко многим нейропептидам, инсулиновым гормонам и гормонам роста. Кроме этого, нейропептиды способны стимулировать или тормозить нервную систему.

В тоже время было обнаружено большое сходство в организации и функционировании нервной и иммунной систем. Обе системы состоят из большого числа фенотипически различающихся клеток. Функционируют по принципу обратной связи.

Известен феномен глутаматовой гибели нейронов. Под влиянием глутамата (доминирующий нейромедиатор мозга) происходит так называемый глутаматный губительный каскад. Другим примером может служить выделение инсулина из В-клеток, панкреатических островков.

Весьма демонстративно проявляются взаимодействие нейроэндокринной и иммунной систем в реакции стресса. Защитная биологическая среда

развивается в ответ на агрессивные факторы, такие как микробные, температурные болевые гравитации и т. д.

При остеопатическом воздействии на гипоталамус и гипофиз возрастает количество прогестерона ПГ.

В качестве примера разрешите продемонстрировать данные больной 43 лет с нарушением менструального цикла. Вместо дачи прогестерона было проведено остеопатическое воздействие на область гипоталамуса. При предварительном обследовании прогестерон в сыворотке крови составлял 1,58 ед., пролактин 306,91 ед. В последующем проводилось остеопатическое лечение. Через 2 мес. прогестерон составлял 97,71, через 4 мес. – 125,73. А через 6 мес. – 143, 65. Пролактин в то же время не повышался и составлял 231, 84.

Особенности такого лечения заключаются еще и в том, что в отличие от привычного лечения, при котором прогестерон падает, здесь идет нарастание его.

Дата анализа	09.03.11	13.04.11	19.05.11	23.07.11	06.10.11	24.10.11	01.03.12	норма
пг	1,58	12,83	97,71	125,73		143,65	129,87	10,6-81,2
пл	306,91					231,84		59-619
Т-3								
Т-3 св								
Т-4								
Т-4 св	16,05							
ТТГ	2,18							
ат к ТПО	104,1							
ат к ТГ								
ЛГ					7,71			
ФСГ					5,47			
тестостерон								
эстрадиол								
ХГЧ								
Кортизол кровь								
Кортизол моча								
инсулин								
С-пептид								
гомоцистеин								
PSA								
PSA связан.								
СА-125								
Общий Ig E								

Было показано, что в гипоталамической области мозга нервные клетки, сохраняя организацию и функции нейрона (способность генерировать и распространять нервные импульсы), демонстрируют свойства, присущие эндокринным клеткам, т. е. способность секретировать пептидные гормоны (нейропептиды).

Нейропептиды выполняют двойную роль, они могут усиливать и тормозить механизмы синаптической передачи. Выполняют функции биологически активных веществ или гормонов. Новая область – нейроэндокринология.

Нейроэндокринные клетки мозга и клетки иммунной системы составляют так называемую нейроиммуноэндокринологию.

Выяснилось, что секреты пептидных нейрогормонов свойственны не

только для гипоталамической области, но практически для всей центральной и периферической нервной системы.

Секреторные клетки гипоталамуса и гипофиз получают информацию об уровне гормональной активности эндокринной периферии и в случае ее недостаточности или избыточности корректируют гормональный баланс.

На мембранах секреторных нейронов гипоталамуса выделены рецепторы к гормонам периферических эндокринных желез.

Нейропептиды в переживающих срезах мозга выделяются из нервных окончаний.

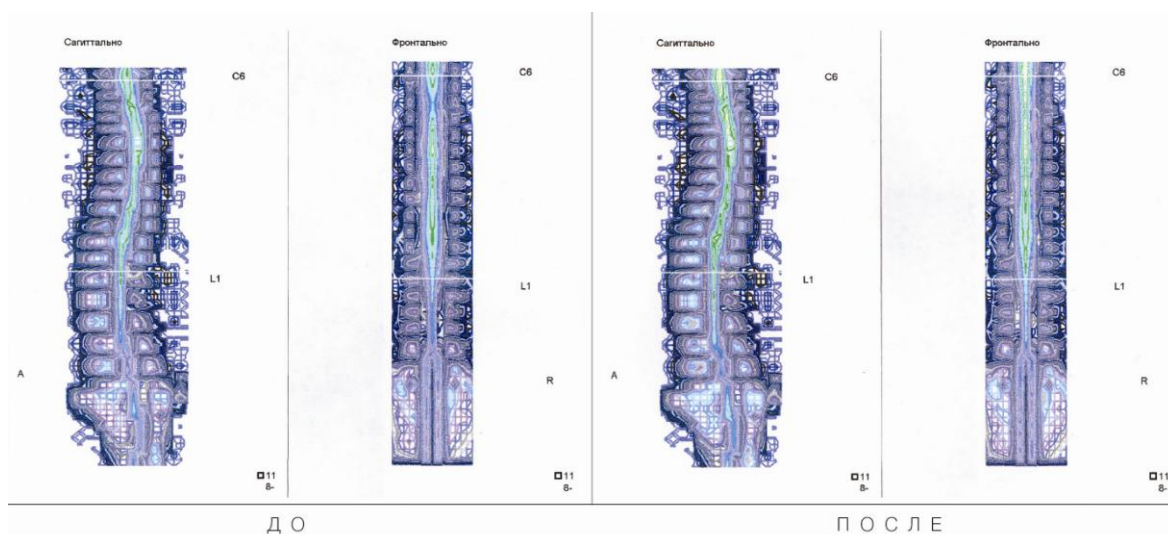
Итак, родившись на стыке различных дисциплин, нейроэндокринология оказалось важной ветвью нейронаук. Она раскрыла эндокринные функции мозга и подняла завесу над некоторыми его тайнами.

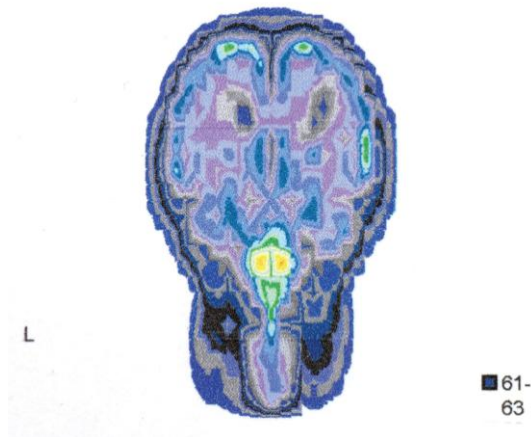
Общность нервной и эндокринной систем могут одновременно функционировать как эндокринные клетки. Аналогично клетки иммунной системы, участвуя в регуляции гомеостаза, способны синтезировать некоторые эволюционно древние пептиды (инсулиновые гормоны, АКТГ, гормон роста и пролактин).

Показано, что клетки астроцитарной глии способны секретировать интерферон (повышает экспрессию Ил-2 в нервных структурах мозга). Нейроны, сохраняя специфическую организацию и функции, могут одновременно функционировать как эндокринные клетки иммунной системы, участвовать в регуляции гомеостаза.

Следующая группа больных это дети с энурезом, а также дети, которым была проведена профилактическая прививка от кори, полиомиелита и др. Дети в возрасте 1 г. 2 мес. после этих прививок прекращали говорить и ходить. Прошли обследование невропатологами и физиологами (в том числе электромиография и игольчатая электромиография). Обычно заключение – эти больные никогда не смогут ходить и говорить.

Лечение: проводилось воздействие на спинно-мозговую жидкость.



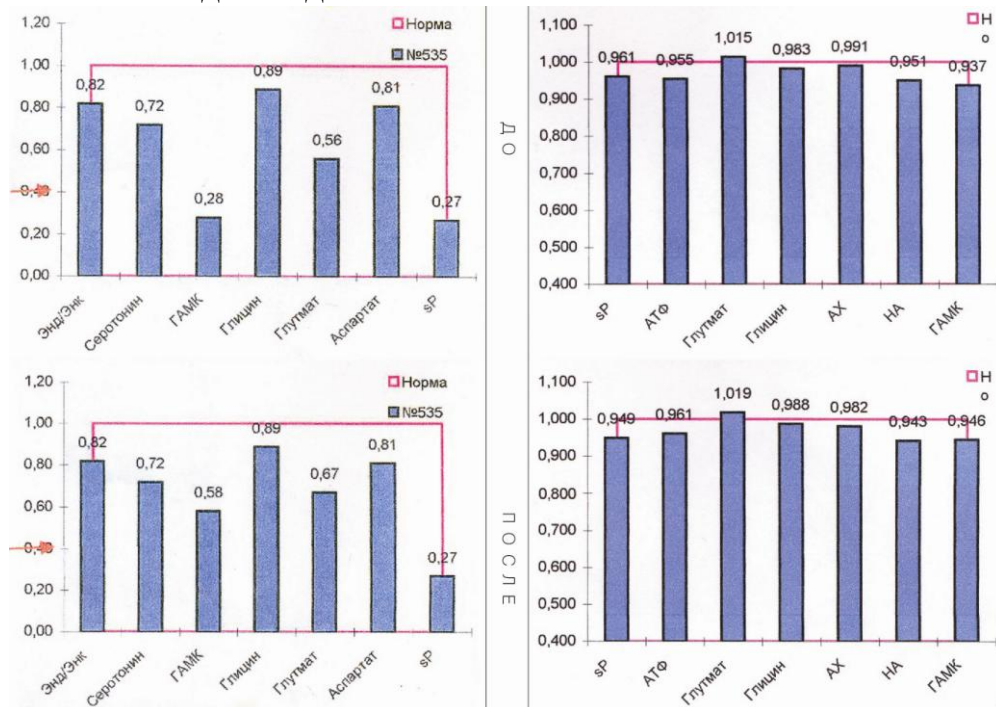


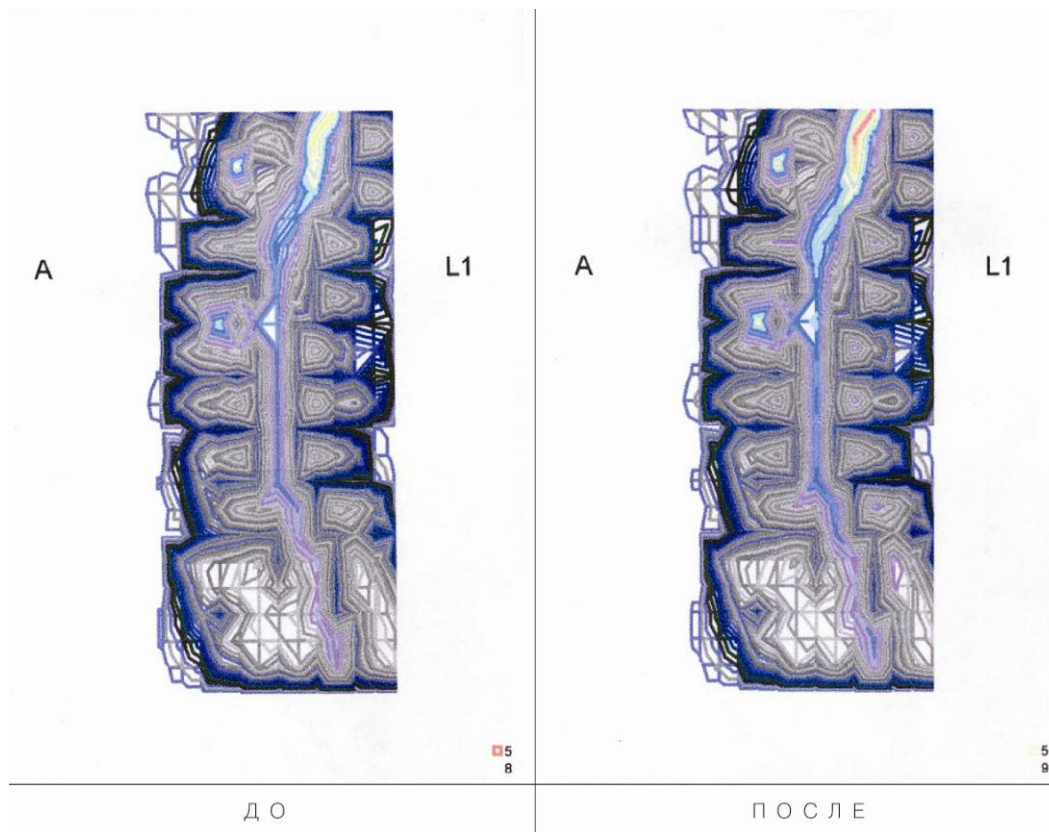
Общее содержание ликвора в организме 200–400 мл. Движение ликвора осуществляется поступательными и колебательными движениями, обновляется 5–10 раз в сутки.

В младенчестве и раннем детстве количество ликвора 40–60 мл, у детей младшего возраста 60–80 мл, у старших 80–100 мл. В сутки образуется 500 мл ликвора. В ликворе содержится 10–11% органических и неорганических веществ.

Органические вещества представлены белками, аминокислотами, углеводами, мочевиной, гликопротеинами и липопротеинами.

При исследовании спинно-мозговой жидкости у больных с помощью суперпозиционного электромагнитного сканирования получены результаты содержания веществ sP (субстанция P), АТФ, глутамата, глицина, ацетилхолиловой кислоты, НА, ГАМК, серотонина. Одновременно исследование проводилось в шейном, грудном и поясничном отделах позвоночника. До и после работы на позвоночнике сравнивались показатели проникновения спинномозговой жидкости в спинно-мозговой канал, а также изменение аминокислот в каждом отделе позвоночника.





Перед лечением проводилось исследование серотонии, ГАМК, глицина, глутамата, s/p. После первых же сеансов отмечается снижение активности тормозных систем, снижение активности нейронов серого вещества спинного мозга. Через 6 мес. лечения 2 больных ходят и говорят, а один пытается ходить.

	sP		АТФ		Глутамат		Глицин		АХ		НА		ГАМК	
	Value	Change	Value	Change	Value	Change	Value	Change	Value	Change	Value	Change	Value	Change
Бородина	0,961	↓	0,955	↑	1,015	↑	0,983	↑	0,991	↓	0,951	↑	0,937	↑
	0,949		0,961		1,019		0,988		0,982		0,943		0,946	
Ижболдин	0,27	=	-	-	0,56	↑	0,89	=	-	-	-	-	0,28	↑
	0,27		-		0,67		0,89		-		-		0,58	

	sP		АТФ		Глутамат		Глицин		АХ		НА		ГАМК	
	Value	Change	Value	Change	Value	Change	Value	Change	Value	Change	Value	Change	Value	Change
Седов	0,995	↓	0,991	↓	1,054	↓	0,973	↑	0,970	↑	1,033	↓	0,966	↑
	0,991		0,988		1,026		0,988		0,982		1,021		0,976	
Романенко	1,028	↓	0,920	↑	1,014	↑	0,972	↑	0,971	↑	1,027	↓	0,972	↑
	0,988		0,975		1,021		0,981		0,978		1,015		0,985	
Перепелкин	1,09	↓	0,84	↑	1,07	↓	0,98	↑	0,97	↑	1,07	=	0,83	↑
	1,08		0,86		1,06		0,99		0,98		1,07		0,84	

Заключение

В результате лечения мы не смогли четко определить изменение состава ликвора, хотя видели продвижение жидкости по каналу, смещение пептидов и аминокислот по каналу. В принципе, и в той и другой группах мы получили хорошие результаты. Однако остается загадкой, каким образом получаются эти результаты при разных заболеваниях и одинаковом лечении.

Список литературы

1. Акмаев, И. Г. Современные представления о взаимодействиях регулирующих систем: нервной, эндокринной и иммунной / И. Г. Акмаев // Успехи физиол. наук. – 1996. – Т. 27. – № 1. – С. 3–20.
2. Акмаев, И. Г. От нейроэндокринологии к нейроиммуноэндокринологии / И. Г. Акмаев, В. В. Гриневиц // Бюл. эксперим. биол. – 2001. – Т. 131. – № 1. – С. 22–32.

В. Л. Андрианов, Б. М. Рачков

ОСТЕОПАТИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ НИЖНЕЙ ВЕТВИ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА

Академия развития ребенка, Санкт-Петербург

E-mail: nastiaf@yandex.ru

Было начало лета 1941 года. 14-летнего малыша мать из города на Неве отправила к двум бабушкам в г. Витебск.

Однако уже через несколько дней после начала войны Витебск был занят немцами. Одну бабушку расстреляли, так как она была коммунисткой, а с другой Юра ушел в партизаны. Стал разведчиком. А через год попал в плен и оказался в концлагере. Буквально через несколько месяцев сбежал, был пойман и приговорен к смертной казни. Это был второй концлагерь. Не дожидаясь выполнения приговора, бежал и из этого концлагеря, но вновь попался и вновь был приговорен к расстрелу. Концлагерь, в который он попал, находился недалеко от Франции и парень, которому шел уже 16-й год стал готовиться к побегу более тщательно: вышел из лагеря в рабочей форме, но немного не доходя до Франции был схвачен вновь фашистами, лишь потому что не знал французского.

К тому времени немцы дорожили рабочей силой и поэтому не стали его расстреливать, а послали в отряд по обезвреживанию снарядов и бомб. Работа заключалась в вывинчивании зарядных устройств. В отряде было несколько сот человек. Юрий лег к первому снаряду и начал откручивать взрывное устройство. «Зря ты так! – говорят его товарищи. - Оторвет руки,

кому ты тогда будешь нужен? Садись верхом на снаряд, взлетишь, зная твоя судьба». Рядом иногда кто-то взлетал на воздух. «Человек тридцать на моих глазах...», – говорит Юра.

И вот конец войне. Юрий успел написать матери, что он находится на территории наших войск. Мать перенесла тяготы окружения Ленинграда, работала врачом в госпитале. Зная, что ожидает ее сына, она обратилась с письмом к Сталину. Тот ей ответил и просил не беспокоиться. Действительно 21 декабря, в день рождения Сталина, он был дома. Затем закончил техникум по стоматологии, Одесский медицинский институт, стал зам. директора Одесского института стоматологии, а затем в течение многих лет был зав. кафедрой стоматологии МАПО.

Конечно, такую жизнь прожить не так-то легко, поэтому к тому времени как мы с ним познакомились, у него было высокое давление, боли в сердце, головные боли. Четыре года тому назад мне позвонила одна из сотрудниц и попросила посмотреть больного, страдающего невыносимыми болями в области шеи. Она с ним работала и не смогла помочь.

Больному был поставлен диагноз: поражение тройничного нерва. На основании резких болей слева было уточнено поражение n. mandibularis в области ganglion oticum, ниже foramen ovale, компрессия нерва trigeminus нижней задней мозжечковой артерией. В данном случае наблюдалась невралгия тройничного нерва, достигающая исключительной интенсивности. У больного высокое давление, упадок сил, вазомоторные явления, нарушение сна.

У больного такая неврология, которая превращается в кошмарные боли. Больной был госпитализирован в нейрохирургическое отделение 2-й городской больницы с целью ликвидации сдавления нижней задней мозжечковой артерией III ветки n. trigeminus. Однако такая декомпрессия у такого больного была сопряжена с большим риском.

В июне 2007 было решено провести остеопатическое лечение. В отличие от обычного краниосокрального лечения центральным являлся поворот височной кости кпереди, снятие натяжения основной артерии III ветви тройничного нерва и устранение натяжения вертебральной и основной артерий.

Первая попытка снятия болей проводилась в течение 4 ч и состояла из 5–6 посещений.

Через 4 года у больного появились боли в области угла нижней челюсти. Был проведен один сеанс остеопатического лечения, после чего больной наблюдается нами.

Лечение заключается в освобождении основной артерии за счет ис-

правления подвывихов и триггеров мышц, окружающих шейные позвонки.

Нижняя ветвь тройничного нерва представляет собой сложное анатомическое образование, которое иннервирует кожные покровы нижней челюсти, ее десны и нижнюю губу, а также слизистую оболочку щек нижней части ротовой полости и язык. Она же имеет и двигательные волокна, которые иннервируют жевательные мышцы (*m. masseter*, *m. temporalis*, *m. pterigoidei externi et interni* и *m. digastricus*). Следует добавить, что нижнечелюстная ветвь тройничного нерва связана функционально и морфологически с симпатическим ганглием (*ganglion oticum*, расположенный ниже овального отверстия). Сущность заболевания (невралгия) заключается в том, что в самом начале формирования тройничного нерва его пересекает очень небольшой сосуд (задняя соединительная артерия), который в некоторых случаях оказывает избыточное компрессионное влияние (компрессия) на ствол тройничного нерва, что вызывает приступы сильных болевых ощущений, являющихся сутью невралгии тройничного нерва, в частности третьей его ветви (нижнечелюстной).

Лечение этого заболевания обычными методами в большинстве случаев не дает результата. Поэтому во многих европейских и отечественных клиниках прибегают к хирургическому лечению путем прокладки полимерных разделяющих пластинок между сосудами и нервами. Учитывая состояние больного, его возраст – провести такую операцию было далеко не безопасно. Поэтому было решено провести остеопатическое лечение в амбулаторных условиях, что и было нами предпринято. Учитывая расположение 3-й ветви тройничного нерва вблизи овального отверстия наиболее целесообразным было уменьшить натяжение этой ветви после проведения работы на области первого, второго и четвертого (C0-1, CV-4) сегментов. Ослабление натяжения этой ветви проводилось путем поворота кзади височной кости.

Работа с больным на первом дне лечения проводилась в течение 4 ч до тех пор, пока больной не отметил исчезновение болей. В последующем проводилось остеопатическое лечение в течение полугода с интервалами в 1–3 недели. В настоящее время у больного изредка появляются слабые головные боли. Последние два года состояние больного – компенсированное, и он общается лишь телефонными звонками.

Таким образом, у части больных возможно купирование симптомов невралгии тройничного нерва путем остеопатического воздействия на структуры, окружающие область тройничного нерва без сложных хирургических вмешательств, особенно у лиц преклонного возраста (рис. 1).

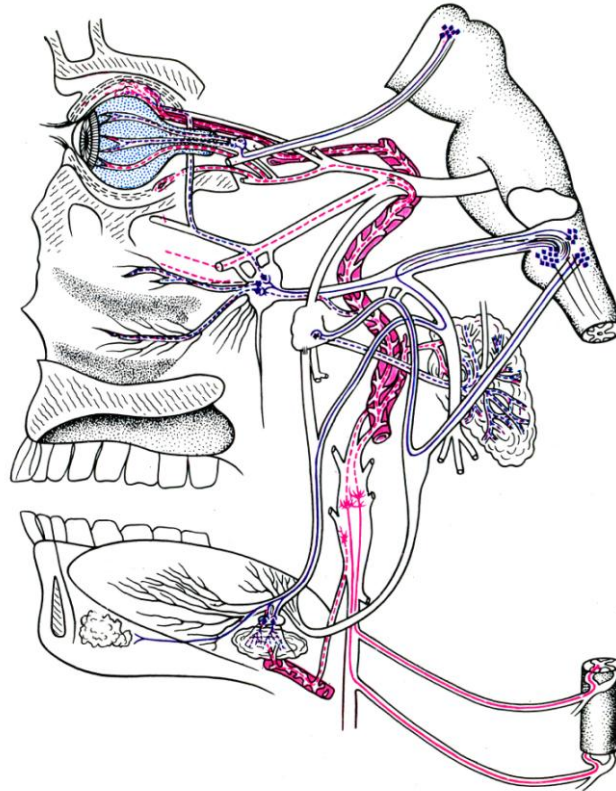


Рис. 1

Список литературы

1. *Триумфов, А. В.* Топическая диагностика заболеваний нервной системы / А. В. Триумфов. – М. : Техлит, 1996.
2. *Бадалян, Л.О.* Детская неврология / Л. О. Бадалян. – М. : Медицина, 1984.

*Ю. М. Брумштейн, Е. С. Травова, Ю. Ю. Аксенова,
Ю. Н. Неживая, М. В. Иванова*

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РЕАКЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫЕ СТИМУЛЫ НА ОСНОВЕ ДВИЖЕНИЙ КИСТЕЙ И ПАЛЬЦЕВ РУК

Астраханский государственный университет

E-mail: brum2003@mail.ru

Реакции на различные воздействия в виде движений кистей и пальцев рук играют важнейшую роль: в жизнедеятельности человека; оценке состояния персонала, предсменном контроле; исследованиях процессов реабилитации после травм и заболеваний. В связи с этим тематика статьи актуальна не только в отношении оценки качества моторики кистей и пальцев рук, но также заболеваний центральной и периферической нервной систе-

мы, определения психофизиологического состояния. Для оценки реакций человека на внешние воздействия есть различные методики тестирования и виды тестовых заданий (ТЗ). Однако они не всегда позволяют решать диагностические задачи в полном объеме. Поэтому актуальна разработка новых методик диагностики/тестирования и средств их аппаратно-программной реализации. В статье ставилась цель анализа возможных направлений (подходов) для таких методик/разработок на основе использования современных информационных технологий.

Тестовые задания (ТЗ) могут быть рассчитаны на индивидуальное, парное, групповое выполнение, в том числе с переменным во времени числом членов групп. Индивидуальные ТЗ позволяют определить: «мгновенные» характеристики исследуемых лиц; их утомляемость в процессе сеанса тестирования (в отношении нервно-психологических процессов и мышц кистей/пальцев рук); динамику процессов реабилитации во времени. Парные и групповые ТЗ, совместно выполняемые тестируемыми, позволяют оценить их психофизиологическую совместимость, адаптивные свойства в отношении действий других лиц и др. Для парных упражнений роль «напарника» может играть имитационная программа для ЭВМ. Это позволяет проводить целенаправленные исследования приспособительных возможностей.

При диагностических исследованиях тестируемым лицам нужно передавать два вида информации: инструкции о необходимых действиях; «собственно стимулы», требующие действий. Будем считать, что стимулы не несут в себе информации, соответствующей 2-й сигнальной системе.

Рассмотрим сначала *вопросы представления и восприятия инструкций* в отношении необходимых движений кистей и пальцев рук в ответ на стимулы. Такие инструкции могут быть представлены: вербально; в виде печатных текстов на бумаге; на мониторе ПЭВМ или настенном экране. В простейшем случае «инструкция» может быть однократной, т. е. общей на все ТЗ в сеансе, даже если уровень сложности последующих ТЗ программно изменяется по результатам реакций тестируемых на предыдущие ТЗ. Возможна и «смена» инструкций, включая попеременное (или совместное) применение вербальных и визуальных инструкций.

Качество восприятия (понимания) вербальных инструкций может проверяться путем регулирования: скорости и количества раз прочтения (воспроизведения) текста инструкции вслух программой для ЭВМ; наложения на текст звуковых помех с изменяемой громкостью/содержанием и пр. Регулирование громкости чтения инструкций может относиться к «речевой аудиометрии». Изменение «скорости зачитывания» инструкций (в том числе за счет продолжительности пауз между словами) позволяет оценить быстроту восприятия информации, выявить «заторможенные» состояния исследуемых лиц и пр. Использование вербальных инструкций с акцентом, нарушениями дикции может проверять качество «ассоциативного восприятия» – оно может нарушаться при ряде заболеваний. Изменение длины (размера) вербальных инструкций целесообразно при исследованиях объе-

ма оперативной слуховой памяти тестируемых. Все эти варианты могут быть реализованы с помощью программ для ПЭВМ, а иногда и микроконтроллеров (для автономных устройств тестирования).

Для печатных инструкций могут варьироваться: их длина (объем); предоставляемая длительность ознакомления. Для усложнения восприятия могут применяться: а) контролируемые искажения начертаний символов, специальные виды шрифтов, «псевдообъемные» изображения букв/цифр и пр.; б) разноцветные символы в тексте; в) символы разного размера в пределах одного слова и/или фразы (диапазон размеров может регулироваться); г) визуальные помехи вне зоны расположения текста инструкции или с наложением на него и пр. Для отображения инструкций на мониторе/экране программно могут быть дополнительно обеспечены (в том числе с элементами стохастичности): д) «плавающее» по экрану изображение текста инструкции; е) плавное изменение размеров символов при воспроизведении, например с помощью имитации перемещающейся по экрану «лупы»; ж) динамические визуальные помехи. Пункт «а» фактически обеспечивает тестирование ассоциативного мышления. Пункт «б» может проверять как «качество» восприятия символов по отношению к их цвету, так и скорость «мысленного переключения» между цветами при чтении. Пункты «в»...«ж» можно считать относящимися к проверке скорости/качества восприятия в зависимости от интенсивности/объема помех.

Сложность инструкций может изменяться за счет количества: альтернативных вариантов реакций на стимулы; условий, описывающих необходимость/характер реакции и пр. Проще всего единственный вариант реакции, например: *«Нажмите на кнопку при зажигании лампочки любого цвета»*. Пример инструкции с альтернативными вариантами: *«Нажмите на красную кнопку при зажигании красной лампочки одновременно с появлением звука, нажмите на кнопку зеленого цвета – при зажигании зеленой лампочки (вне зависимости от появления звука)»*. По этой инструкции может быть необходимо одновременное нажатие двух кнопок. Особый случай – инструкции о «действиях с запаздыванием». Например: *«После того как загорится любая лампочка, через 5 с нажмите одновременно большим и указательным пальцами правой кисти на кнопки на рукоятке и удерживайте их нажатыми в течение 10 с. Затем одновременно отпустите кнопки»*, – здесь предполагается «оппозитное» расположение кнопок на рукоятке. Такой тип заданий позволяет: оценить точность хода «внутренних часов» тестируемого; синхронность нажатия/разжатия для пар разных пальцев, в том числе на разных кистях.

Стимулы, как средство передачи информации по своей физической природе могут быть: световыми; звуковыми; тактильными, в том числе в виде вибраций и тепловых воздействий; электрическими; «запаховыми», комбинированными. Сравнение скоростей однотипных реакций на разные виды стимулов может иметь клинично-диагностическое значение, может быть важным для целей профотбора (оценки профпригодности). Наиболее распро-

странены исследования с применением световых и звуковых стимулов.

Тактильные и электрические стимулы могут быть приложены к различным частям тела, что позволяет тестировать локальную чувствительность – ее потеря может быть признаком ряда заболеваний периферической нервной системы. Такие стимулы могут быть особенно важны для лиц с ограниченными сенсорными возможностями по зрению и слуху, в том числе в результате травм, заболеваний, возрастных изменений и пр. Тестирование реакций на запахи распространено слабо из-за: сложности контроля концентраций пахучих веществ, разной интенсивности носового дыхания испытуемых, быстрого «привыкания» людей к запахам и пр.

В отношении *реакций на стимулы* информативны: общая правильность (адекватность) реакций; время реакций для различных стимулов и их сочетаний с кистями и пальцами рук. Отметим в частности сочетания: «стимул воздействует на левый глаз – движение осуществляется кистью или пальцами правой руки»; «левый глаз – левая рука»; «правый глаз – левая рука»; «правый глаз – правая рука». Во всех этих случаях «не используемый» глаз считается «закрытым», например повязкой. Аналогичные тесты могут быть использованы для сочетаний «правое/левое ухо – правая/левая кисть». Такие варианты сочетаний в ТЗ позволяют проверить работу не только зрительных и слуховых каналов, но и эффективность функционирования межполушарных связей.

В рамках рассматриваемых ТЗ существенны вопросы обеспечения многократной повторяемости однотипных заданий в случайном порядке, например для оценки повторяемости реакций и статистического разброса результатов; динамики приспособления к ТЗ и нарастания утомляемости. В общем случае инструкции могут предусматривать дифференцированные реакции: на световые стимулы разного цвета/длительности; звуковые стимулы, отличающиеся по тону/длительности; сочетания световых и звуковых стимулов и пр. При этом дополнительно проверяется правильность и скорость логического мышления (при ограничении времени на ТЗ). Обратные связи при тестировании могут быть организованы путем: динамического усложнения/упрощения ТЗ по результатам действий испытуемых; отслеживания изменения «электропроводности кожи, частоты пульса и пр.

Возможна такая классификация ТЗ *для кистей*: предназначенные для выполнения только правой или левой кистью; поочередного выполнения двумя кистями; одновременного выполнения двумя кистями, в том числе синхронно или в «противофазе движений». Такие ТЗ могут включать в себя: 1) сгибания-разгибания кистей, в том числе с динамическим контролем сил сжатия электронными динамометрами с выводом оцифрованных сигналов на ПЭВМ; 2) «нажатия» на чувствительные устройства всей кистью; 3) вращения кистей (в простейшем случае могут использоваться механические счетчики числа выполненных полных вращений); 4) однократные повороты кистей – на предельно возможные или заданные углы (последние могут меняться от ТЗ к ТЗ); 5) перемещения на плоскости объектов, удерживаемых кистями.

живаемых кистями рук; б) перемещения/повороты объектов в пространстве (на весу), удерживаемых кистями рук. Для «5» может использоваться манипулятор типа «мышь». При этом возможны различные типы ТЗ: перемещение курсора в точку перекрестья, отображенного на мониторе ПЭВМ или экране (достигнутое положение фиксируется нажатием на кнопку мыши); анализ траектории перемещения курсора в заданную точку; отслеживание (сопровождение) курсором мыши объекта, плавно перемещающегося по экрану (это может быть перекрестье, воображаемый центр цветного кружка, равностороннего треугольника и пр.); «рисование» курсором мыши квадрата по двум заданным угловым точкам, окружности по двум или трем заданным точкам; перемещение курсора в точку воображаемого пересечения продолжений двух линий (отрезков прямых, дуг окружностей) и др. (подробнее см. в [1]). В рамках таких ТЗ на ПЭВМ могут быть выведены двумерные временные ряды для «Х-У» координат курсора мыши. Эти данные могут анализироваться как в он-лайн, так и в оф-лайн режимах.

Для «6» возможны два подварианта: «6а» – упражнение выполняется «навесу» с манипулятором «мышь», снабженным трехмерными датчиками акселераторами [1], ориентированными во взаимно-перпендикулярных плоскостях; «6б» – используются повороты лазерной указки (ЛУ) [2] с ручкой большого диаметра, которая удерживается всей кистью и пр. Для «6а» в принципе возможны те же виды ТЗ, что и для «5». Дополнительно может оцениваться накопление усталости мышц, не столько кисти и пальцев, сколько плеча/предплечья. Возможны и ТЗ на «удержание» курсора мыши в заданном положении с целью оценки появления тремора, его амплитуды, нарастания во времени и пр. При этом могут быть целесообразны дополнительные «грузы», например – укрепляемые на запястье с помощью браслета. Они увеличат «инерционность» реакций для других ТЗ.

Изменение третьей координаты манипулятора мышь (для определенности – расстояния до экрана) может быть использовано для управления «размером» курсора, представленного в виде кружка, для поворота курсора-перекрестья и пр. Это потенциально позволяет использовать дополнительные варианты ТЗ: наложение «курсора-окружности» на окружность, отображаемую на экране; перемещение и поворот «курсора-перекрестья» для обеспечения полного наложения на мишень в виде отображенного на экране повернутого «креста» и пр. Для рассматриваемых типов ТЗ порождаются трехмерные временные ряды, а если используется еще и дополнительный датчик «силы сжатия кисти на мыши», то четырехмерные.

Преимущества использования ЛУ с видимым лучом [2]: большое расстояние до экрана, в том числе и в незатемненном помещении (это позволяет лучше отслеживать мелкую моторику кистей); непосредственное управление лучом на экране (разные «насадки» на указке могут обеспечить форму луча, отличную от круглого пятна). Недостаток в том, что для определения положения луча необходимы датчики (фотодиоды или фототранзисторы), обычно имеющие «дискретный характер» в пространстве. Это не-

сколько сужает возможности тестирования с применением ЛУ [2].

Для учета движений/нажатий отдельными пальцами и их комбинациями могут использоваться различные приемники сигналов: кнопки; подпружиненные клавиши и блоки клавиш, с датчиками сил нажатий; перчатки с внутренними датчиками давлений под пальцами; ручки с чувствительным «пером»; сенсорные экраны, включая мониторы ПЭВМ, планшетные компьютеры и пр.; лазерные мыши, надеваемые на отдельные пальцы (они работают даже при некотором «отрыве» от поверхности, в том числе и не горизонтальной формы); программно-аппаратные средства для распознавания изображений пальцев в пространстве, в том числе в сочетании со специальными «накладками» на пальцы. При учете «Х» – «У» координат и сил нажатий всех пальцев временные ряды будут иметь размерность «30».

При использовании ЛУ с видимым лучом возможны крепление ЛУ на отдельных пальцах с помощью хомутов и удержание указки небольшого диаметра несколькими пальцами (обычно – «большой, указательный и средний»). Для обоих вариантов возможны, в принципе, те же задания, что и для кистей. Отметим, что ЛУ лучше, чем «мышь», приспособлены для одновременного выполнения ТЗ двумя руками (двумя ЛУ), для парных и групповых упражнений. Причина в том, что драйвера ПЭВМ обычно не позволяют «независимо» использовать более одного манипулятора типа «мышь», даже если они подключаются к разным портам ПЭВМ.

Использование ЛУ, использующих инфракрасный луч, в виде насадок» на оружие или его имитаторы, целесообразно при контроле прицеливания и «удержания» оружия при отдаче после выстрела. Это могут быть пистолеты/револьверы (исследования для одной руки), винтовки (для двух рук).

Выводы. 1) Применение информационных технологий обеспечивает значительные функционально-аналитические возможности исследований сенсорных каналов человека в сочетании с моторикой кистей и пальцев рук. 2) Диагностика может быть организована как на основе predeterminedенной серии ТЗ, так и с динамической адаптацией их сложности. 3) Оцифровка сигналов и представление их в виде временных рядов дают возможность значительно углубить анализ получаемых результатов.

Список литературы

1. *Брумштейн, Ю. М.* Компьютеризованные методы исследования скорости реакций и точности моторики пальцев рук / Ю. М. Брумштейн, Ю. Ю. Аксенова // Известия ЮФУ. Технич. науки. – 2012. – № 9. – С. 77–83.

2. *Травова, Е. С.* Анализ возможностей использования лазерных указок для медико-диагностических целей / Е. С. Травова, Ю. М. Брумштейн, Ю. Ю. Аксенова // Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине: материалы Всероссийской молодежной конференции / под ред. проф. Д. А. Усанова. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 2012. – С. 252–255.

Вставка – Конференция 4: Специальные вопросы телекоммуникационных систем

А. А. Олимпиев, А. А. Логинов,
К. Ю. Шерстюк, Ю. М. Шерстюк

УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПРОТОКОЛ СБОРА ДАННЫХ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Россия. Санкт-Петербург. ЗАО «Институт инфотелекоммуникаций»

E-mail: info@iitc.ru

В современных АСУ связью класса OSS можно выделить службу сетевого мониторинга (ССМ), которая циклически выполняет:

сбор данных мониторинга компонентов сети в пределах своей зоны ответственности;

вычисление оценок состояния компонентов сети, не мониторируемых непосредственно, по заданным правилам на основании получаемых данных мониторинга.

Основой ССМ с клиент-серверной архитектурой является ее программный сервер, осуществляющий непосредственное получение данных мониторинга от мониторирующих систем (МС). В свою очередь, сервер ССМ (СрССМ) может выступать в роли источника данных мониторинга для ССМ более высокого уровня иерархии.

Получение данных мониторинга с требуемой полнотой и оперативностью должно осуществляться на основе протокола взаимодействия СрССМ с МС-поставщиками данных мониторинга. Очевидна целесообразность унификации такого протокола как набора правил, регламентирующих поведение взаимодействующих систем.

Как СрССМ, так и МС в процессе взаимодействия могут выступать по отношению друг к другу в роли сервера и клиента. Предполагается, что взаимодействие осуществляется посредством выполнения функций API сервера по запросам клиента с использованием протокола XML-RPC. Перечень таких функций и правила их использования и составляют протокол сбора данных оперативно-технического мониторинга телекоммуникаций.

Связь с взаимодействующей системой (СрССМ или МС) проверяется посредством вызова функции *ping*.

Мониторирующая система по отношению к СрССМ может быть активной или неактивной – запросы неактивной МС игнорируются СрССМ. Активность МС может быть изменена напрямую СрССМ с помощью функции *setActivity*. Мониторирующая система также может запросить состояние своей активности с помощью функции *getActivity*.

Сервер ССМ осуществляет сбор данных об объектах, являющихся экземплярами тех или иных классов. Предполагается, что идентификаторы МС, осуществляющих мониторинг конкретных объектов, и идентификаторы этих объектов в МС известны СрССМ.

Поскольку перечень зарегистрированных (мониторируемых) объектов

в СрССМ и для МС могут отличаться, МС должна подтверждать наличие задаваемых ей объектов мониторинга.

Мониторирующая система может запросить список объектов для подтверждения с помощью функции *getConfirmObjects*.

Для успешного подтверждения объектов МС вызывает функцию *objectsConfirmed*, а для информирования о прекращении подтверждения объектов – функцию *objectsNotConfirmed*.

Сервер ССМ может запрашивать список имеющихся мониторируемых объектов у МС посредством вызова функции *getAgents*, расширять список мониторируемых объектов посредством вызова функции *confirmObjects*, а также совершать обратное действие посредством вызова функции *notConfirmObjects*.

В общем случае для каждого подтвержденного мониторируемого объекта МС осуществляет предоставление ряда параметров:

административный статус объекта в МС (осуществляется ли мониторинг объекта в МС или он прекращен администратором МС);

операционный статус объекта в МС (осуществляется ли мониторинг объекта в МС или он прекращен по тем или иным техническим причинам);

состояние объекта (норма, предупреждение, авария, не определено);

параметры функционирования объекта (например, таблица интерфейсов, счетчики пакетов и т. д.), номенклатура которых определяется классом объекта в СрССМ.

Мониторирующая система сообщает значения всех параметров объекта при его подтверждении как результат выполнения функции *confirmObjects*, а также при любых изменениях параметров – с помощью вызова функции *objectsParamsChanged* (передаются только изменившиеся параметры).

Далее приведен перечень требований к поведению МС в наиболее неоднозначных ситуациях:

после каждой деактивации должна происходить инициализация всей базы объектов МС;

подтверждение и не подтверждение объектов МС должно производиться строго после удачной проверки наличия связи с СрССМ во избежание потери сведений о начальных значениях параметров объектов;

мониторирующая система должна сообщать об изменениях параметров объектов только для тех объектов, которые в данный конкретный момент являются подтвержденными.

Реализация описанного протокола для каждой МС требует разработки и применения программного шлюза взаимодействия, одна часть которого будет инвариантной для любых МС, а другая – специфической, осуществляющей взаимодействие с базой данных или сервером приложений (при его наличии) МС.

К. Л. Воронков¹, А. А. Олимпиев¹, Ю. М. Шерстюк²

БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ

*Россия. ¹Санкт-Петербург. ЗАО «Институт инфотелекоммуникаций»,
²ОАО «НИИ «Рубин»*

E-mail: info@iitc.ru

По отношению к сетям и средствам телекоммуникаций в общем случае должны осуществляться две иерархии процессов мониторинга, условно определяемые как процессы оперативного контроля состояния и процессы сбора и обработки ретроспективных данных функционирования, в свою очередь состоящих из элементарных процессов. Можно ввести понятия типового элементарного процесса сбора данных мониторинга, в котором участвуют множество независимых источников данных и средство мониторинга.

Каждый источник данных способен предоставлять сведения о значениях контролируемых параметров одного или нескольких мониторируемых объектов – по запросу средства мониторинга, которое в свою очередь может выступать в роли источника данных для процесса сбора данных, осуществляемого средством мониторинга более высокого уровня иерархии.

В зависимости от конструкции источник данных по одному запросу может выдавать значения одного параметра, значения всех параметров одного мониторируемого объекта, значения всех параметров всех мониторируемых объектов. Далее предполагается, что все источники данных за один запрос в качестве результата его выполнения возвращают значения всех параметров одного (запрошенного) мониторируемого объекта.

Содержанием процесса одного запроса являются:

фаза 1 – формирование запроса средством мониторинга и его передача источнику данных;

фаза 2 – обработка поступившего запроса источником данных, формирование и отправка ответа (в это время средство мониторинга ожидает ответ);

фаза 3 – обработка поступившего ответа средством мониторинга, в ходе которой выполняется анализ поступивших значений параметров, разного рода вычисления (вторичных параметров, состояния и т. д.).

Выполнение каждого запроса создает нагрузку на ЭВМ, на которых выполняются взаимодействующие программы – источник данных и средство мониторинга: на ЭВМ средства контроля – на первой и третьей фазах, на ЭВМ источника данных – на второй фазе (учетом процессов передачи запросов и ответов в данном случае можно пренебречь). Кроме того, длительность выполняемых активных фаз (не связанных с ожиданием) также зависит от нагрузки на ЭВМ.

Очевидно, что с течением времени значения параметров, хранимые ис-

точником данных, могут изменяться. Если какое-то изменение значения параметра не зафиксировано средством контроля из-за того, что после него уже произошло следующее изменение, а запроса от средства мониторинга не было, то имеет место быть потеря значения.

Показателями эффективности процессов сбора данных являются обеспечиваемые используемым способом сбора данных:

- полнота сбора данных как вероятность отсутствия потерь значений;
- реактивность сбора данных как оперативность получения изменившихся значений контролируемых параметров средством мониторинга;
- нагрузка на ЭВМ, на которых выполняются участники процесса сбора.

Возможны два принципиальных архитектурных решения по построению средств, осуществляющих сбор и обработку данных мониторинга в рамках типового элементарного процесса сбора данных мониторинга – одноуровневая и двухуровневая схемы (рис. 1).

При использовании одноуровневой схемы средство мониторинга осуществляет постоянный сбор данных от всех своих источников.

Для этого могут использоваться два способа циклической организации опросов:

- последовательный опрос всех источников;
- квазипараллельный опрос всех источников – как параллельные процессы программы средства мониторинга, выполняемой на ЭВМ, на которой размещено это средство.

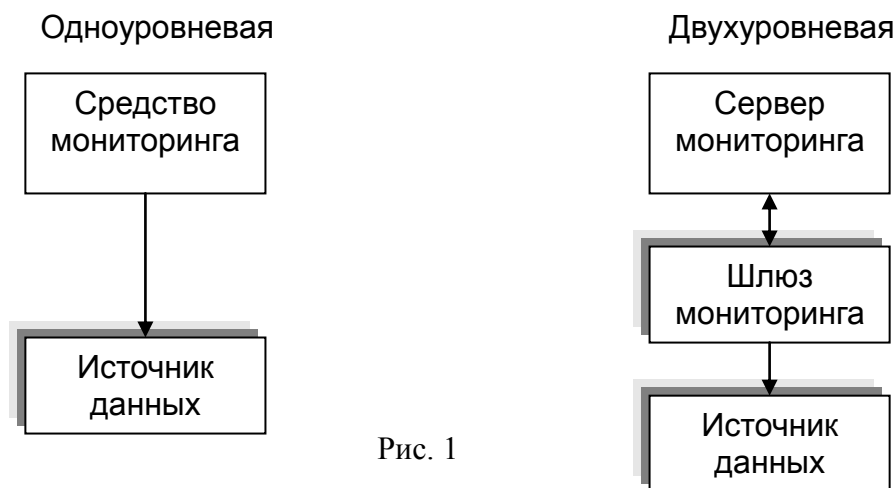


Рис. 1

Последовательный опрос всех источников предполагает циклическое выполнение следующих подпроцессов:

запрос значений параметров первого мониторируемого объекта у первого источника, второго мониторируемого объекта у первого источника и т. д. – до последнего объекта первого источника;

выполнение аналогичных запросов для второго и последующих источников – до последнего объекта мониторинга последнего источника.

Очевидно, что такой способ существенно хуже квазипараллельного опроса всех источников, при котором на ЭВМ выполняются параллельные

процессы опроса – отдельный процесс для каждого источника данных, во время пассивной фазы которого могут выполняться активные фазы других процессов.

При использовании двухуровневой схемы средство мониторинга разделяется на сервер мониторинга и множество программных средств, которые можно считать шлюзами мониторинга (средствами сбора данных, шлюзами взаимодействия и т. д.).

Каждый шлюз мониторинга взаимодействует с одним источником данных, осуществляя его опросы и предобработку результатов выполняемых запросов. Предобработка предполагает как минимум анализ полученных значений параметров на предмет факта их изменений с последующей передачей серверу мониторинга только изменившихся значений, а также, возможно, вычисленных с их использованием различных вторичных параметров и/или состояний контролируемых объектов. Тем самым часть функциональности средства мониторинга реализуется шлюзом, который, как правило, выполняется на собственной ЭВМ. Благодаря отдельным вычислительным ресурсам для шлюзов, реализации ими части содержательной обработки параметров и передаче серверу мониторинга только изменений нагрузка на сервер мониторинга существенно меньше, чем на средство мониторинга в первом варианте. Кроме того, трафик между шлюзом и сервером мониторинга также существенно меньше, чем между источником данных и шлюзом (который равен трафику между источником данных и средством мониторинга в первом варианте), что с учетом размещения шлюзов и источников в локальных сетях и взаимодействия шлюза и сервера с использованием транспортной сети весьма важно.

*А. А. Олимпиев¹, А. А. Логинов¹,
М. Ю. Шерстюк¹, Ю. М. Шерстюк²*

МИГРАЦИЯ ПОЛНОМОЧИЙ В ПОДСИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ OSS

*Россия. ¹Санкт-Петербург. ЗАО «Институт инфотелекоммуникаций»,
²ОАО «НИИ «Рубин»*

E-mail: info@iitc.ru

Рассмотрению подлежит подсистема управления функционированием АСУ связью класса OSS, в соответствии с [1, 2] состоящая из распределенных взаимодействующих служб оперативно-технического управления (СОТУ) и служб технологического управления (СТУ). Основой каждой из этих служб является соответствующий программный сервер. Сервер технологического управления (СрТУ) размещается и функционирует на каждом узле и каждом пункте управления телекоммуникационной сети (ТКС), а сервер

оперативно-технического управления (СрОТУ) – на каждом пункте управления. Предполагается, что пункты управления образуют иерархическую структуру, в которой:

- все ПУ и узлы связаны единой транспортной средой, обеспечиваемой ТКС;

- имеется один пункт управления, являющийся главным (ГПУ);

- у каждого пункта управления (ПУ), не являющегося ГПУ, имеется один и только один непосредственно старший ПУ и, возможно, множество непосредственно подчиненных ПУ;

- сервер оперативно-технического управления осуществляет информационное взаимодействие с СрОТУ непосредственно старшего ПУ и с СрОТУ всех непосредственно подчиненных ПУ;

- у каждого ПУ (включая ГПУ) имеется один или более непосредственно подчиненных узлов ТКС;

- каждый СрТУ узла взаимодействует с СрОТУ того ПУ, которому этот узел непосредственно подчинен;

- каждый СрТУ ПУ взаимодействует с СрОТУ этого же ПУ.

Для повышения устойчивости управления ТКС в различных условиях обстановки в подсистеме управления функционированием может быть создан запасной пункт управления (ЗПУ), функционально дублирующий ГПУ. Поскольку в любой момент времени основным может быть только один ПУ – ГПУ или ЗПУ, интерес может представлять организация и техническая реализация процессов миграции полномочий на управление ТКС между этими ПУ.

В общем случае для организации миграции полномочий между ГПУ и ЗПУ необходимо:

- ввести понятие статуса для ГПУ и ЗПУ в зависимости от наличия у них полномочий на управление ТКС;

- определить возможные состояния ЗПУ в зависимости от возможности смены его статуса и хода выполнения процессов по смене статуса;

- задать условия смены статуса ЗПУ;

- определить схему взаимодействия СОТУ и СТУ для различных статусов ЗПУ;

- определить перечень действий по смене статуса на ЗПУ, ПУ и узлах ТКС;

- разработать и внедрить отдельную службу изменения статуса (СИС).

На ЗПУ должны быть развернуты собственные СОТУ и СТУ.

Предполагается, что ЗПУ может иметь следующий статус (режим) (рис. 1): «Резервный», «Резервный – готов к переходу в основной», «Переход к основному», «Основной», «Основной – готов к переходу к резервному», «Переход к резервному».

В основе смены статуса выступают условия перехода и действия администратора СИС – должностного лица (ДЛ), находящегося на ЗПУ и

имеющего полномочия на администрирование СИС, в рамках которого это ДЛ в определенных условиях может инициировать процесс смены статуса.

После введения вышеперечисленных определений и положений становится возможным сформулировать перечень действий, заключающихся в изменении прав и полномочий серверов служб и ДЛ ЗПУ, ПУ и узлов при смене статуса ЗПУ, и представляющих собой смену аутентификационных данных и данных о возможных сетевых взаимодействиях для СрОТУ и СрТУ.

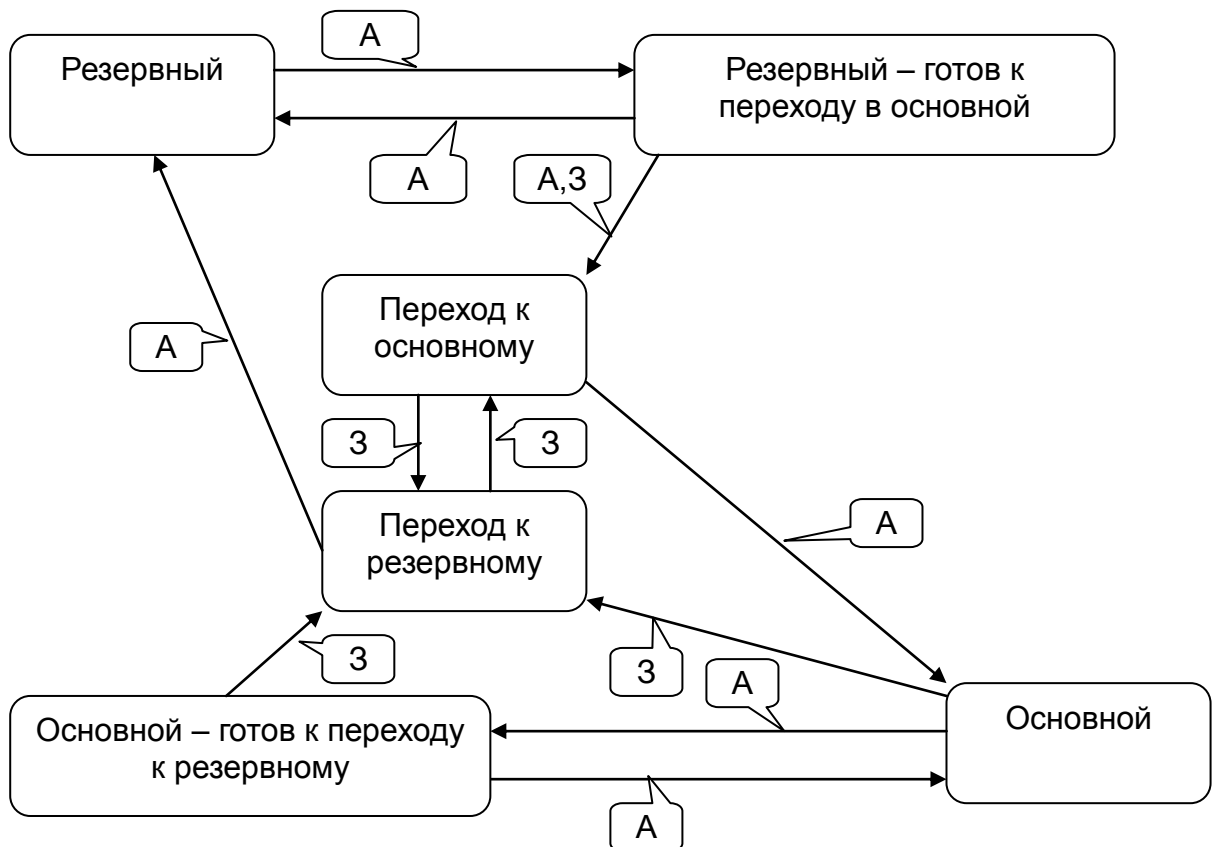


Рис. 1: А – автоматически; З – по запросу администратора

Для реализации всех вышеперечисленных действий целесообразно создать программный комплекс, компоненты которого и будут образовывать СИС и обеспечивать следующие возможности:

- переход объектов системы управления, взаимодействующих с ГПУ, на вариант функционирования запасного пункта управления «Основной»;
- переход объектов системы управления, взаимодействующих с ГПУ, на вариант функционирования ЗПУ «Резервный»;
- автоматический контроль условий изменения статуса ЗПУ в зависимости от доступности указанных объектов системы управления;
- контроль и ограничение изменения статуса ЗПУ при условии функционирования ГПУ в штатном режиме;
- переключение состояния функционирования ЗПУ как в автоматическом, так и в ручном режимах администратором;
- ведение журнала событий.

В состав такого программного комплекса должны входить:
сервер и приложение администратора изменения статуса, функционирующий на ЗПУ;

множество агентов изменения статуса, функционирующих на ЗПУ, ПУ и узлах ТКС.

Для сервера и агентов изменения статуса можно ввести понятие административного состояния и операционного состояния ЗПУ – как требуемого и фактического статуса ЗПУ соответственно.

Сервер изменения статуса осуществляет контроль выполнения условий смены статуса, изменяет свой административный статус (автоматически или по запросам администратора) и управляет агентами изменения статуса, выдавая запросы на изменение административного статуса ЗПУ на объектах, на которых они расположены, и контролируя результат работы агентов по изменению их операционного состояния.

Агенты изменения статуса выполняют действия, заключающиеся в приведении своего операционного статуса в соответствие с административным.

Таким образом, сервер и агентов изменения статуса можно представить как множество взаимодействующих конечных автоматов двух типов, что существенно упрощает реализацию указанного выше программного комплекса.

Список литературы

1. *Шерстюк, Ю. М.* Оперативно-технологическое управление инфотелекоммуникациями / Ю. М. Шерстюк, К. Л. Воронков, А. А. Олимпиев, М. Д. Рожнов // Телекоммуникационные технологии. – 2010. – Вып. 6. – С. 109–121.

2. *Рожнов, М. Д.* Назначение прав и полномочий в системе технологического управления средствами телекоммуникаций / М. Д. Рожнов, Ю. М. Шерстюк // Труды VI СПб межрегиональной конференции «Информационная безопасность регионов России-2009 (ИБРР-2009)». 28–30 окт. Секция «Информационная безопасность телекоммуникационных сетей». – СПб. : СПОИСУ, 2009. – С. 138.

А. А. Логинов, А. А. Олимпиев, М. Д. Рожнов

ПОСТРОЕНИЕ СРЕДСТВ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДАННЫХ В АСУС

Россия. Санкт-Петербург. ЗАО «Институт инфотелекоммуникаций»

E-mail: info@iitc.ru

Для повышения надежности автоматизированной системы управления связью (АСУС) и минимизации периодов простоя в случае выхода из строя аппаратных средств в структуре АСУС необходимо предусмотреть наличие

средств резервного копирования и восстановления данных.

Средства резервного копирования и восстановления данных (СРВ) должны обеспечивать выполнение следующих функций:

периодически формировать копии файлов и/или баз данных пользователя с одной или нескольких универсальных вычислительных машин (УВМ);

полученные копии должны сохраняться в локальном хранилище данных и для повышения надежности копироваться в удаленное хранилище, при этом должно быть предусмотрено хранение нескольких поколений резервных копий;

по команде оператора СРВ должны восстановить состояние файлов и/или баз данных из сохраненной резервной копии.

Основой СРВ являются программный сервер резервирования и восстановления (СрРВ) и приложение администрирования, позволяющие настраивать сервер.

Сервер резервирования и восстановления содержит перечень «задач» – формальных описаний алгоритмов резервирования/восстановления копий данных, направленных на работу с файлами и/или базами данных одной службы, либо файлами доступа. С каждой задачей связан управляющий скрипт, инициализация выполнения которого приводит к получению соответствующей резервной копии данных или восстановлению резервной копии.

Задача может состоять из предваряющего алгоритма, т. е. действий по подготовке УВМ к выполнению алгоритма резервирования/восстановления (например, остановка служб, работающих с базой данных), сам алгоритм резервирования/восстановления с архивацией результатов резервирования в файл и завершающего алгоритма, переводящего УВМ в штатный режим функционирования.

Задача должна представлять собой скрипт на языке Bash, принимающий на вход два параметра:

режим функционирования (резервирование или восстановление данных, допустимые значения *b* и *r* соответственно);

абсолютный путь к файлу данных (в режиме резервирования в него будут сохранены данные, в режиме восстановления этот файл содержит данные для восстановления).

Перечень задач, поддерживаемых СРВ, может быть расширен без изменения программного кода.

Приложение администрирования позволяет оператору сформировать «задание» – периодический комплексный процесс, состоящий из одного

или нескольких этапов и направленный на выполнение действий, описанных в задаче, на указанной УВМ с заданным периодом выполнения. Атрибутами задания является наименование УВМ (или ip-адрес), идентификатор задачи, период выполнения, время, количество поколений хранимых резервных копий. Для задач восстановления период выполнения и время хранения не указываются, так как они могут выполняться только по указанию оператора.

Сервер резервирования и восстановления с периодичностью, заданной оператором, запускает процесс создания резервной копии, состоящий из следующих этапов:

этап инициализации задания и формирования резервной копии – на этом этапе СрСВ определяет задачу и УВМ, где необходимо выполнить задачу резервирования, после чего копирует скрипт с командами резервирования на целевую УВМ и инициирует его выполнение;

этап передачи резервной копии в локальное хранилище, который начинается в случае успешного завершения формирования резервной копии;

этап архивирования, который начинается в случае успешного завершения первых двух этапов.

Резервная копия создается автоматически в каталоге целевой УВМ. Файлы созданной копии копируются на УВМ, где функционирует СрРВ, и помещаются в локальное хранилище резервных копий. Копирование резервной копии с целевой УВМ в локальное хранилище осуществляется с помощью утилиты *scp*;

На этапе архивирования СрРВ устанавливает необходимость обновления копии резервных данных, хранящихся в удаленном хранилище и осуществляет копирование резервной копии в удаленное хранилище. При необходимости в удаленном хранилище осуществляется удаление устаревших поколений резервных копий.

Процесс восстановления не выполняется автоматически и может быть инициирован оператором только в ручном режиме. На этапе инициализации СрРВ определяет задачу и УВМ, где необходимо выполнить задачу восстановления, после чего копирует скрипт с командами восстановления и резервную копию в каталог на целевой УВМ и инициирует выполнение скрипта. Инициализация выполнения скрипта состоит из трех этапов – установление *ssh* соединения с целевой УВМ, задание скрипту прав на исполнение, запуск скрипта на исполнение.

Использование протокола SSH (Secure SHell) для передачи файлов на удаленные УВМ и для запуска задач резервирования/восстановления позволяет использовать незащищенные каналы связи.

**МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ОРГАНОВ
ИНФОКОММУНИКАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ
В УСЛОВИЯХ КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ**

Военная академия связи имени С.М. Буденного

E-mail: volksjo@mail.ru

Современное состояние подготовки специалистов органов инфокоммуникационного обеспечения специального назначения (далее – ОИОСН) к выполнению функциональных задач в условиях кризисных ситуаций характеризуется тем, что в настоящее время не существует единого подхода к ее проведению. При этом не учитываются данные, характеризующие условия и факторы развития кризисных ситуаций, качество укомплектованности специалистами различного профиля, уровень их обученности и профессионально важных качеств. Процесс подбора и расстановки по штатным должностям специалистов в структурные подразделения ОИОСН осуществляется традиционными методами без применения средств автоматизации. Кроме того, структурные подразделения ОИОСН могут быть представлены группами профильных специалистов комплексов инфокоммуникационного обеспечения специального назначения, что также необходимо учитывать при организации их подготовки к выполнению функциональных задач.

Таким образом, на основании вышеизложенного возникает необходимость в разработке соответствующей модели, позволяющей спрогнозировать результаты подготовки специалистов без практического развертывания и эксплуатации сил и средств ОИОСН и теоретического обоснования сроков, содержания и порядка ее организации для конкретных условий обстановки.

Предлагаемая в настоящей работе модель предназначена для определения времени подготовки специалистов и оценки уровня готовности ОИОСН к функционированию в условиях кризисных ситуаций, на определенный момент времени после планируемого начала процесса подготовки.

Структурно модель состоит из следующих модулей: модуль формирования и корректировки исходных данных; модуль определения начального уровня обученности специалистов при подготовке к выполнению функциональных задач в условиях кризисных ситуаций; модуль определения уровня ППП специалистов; модуль автоматизированной расстановки специалистов на штатные должности; модуль формирования выходных данных.

В состав исходных данных (ИД) включены: данные, характеризующие возможное развитие кризисной ситуации; требования нормативных документов, регламентирующих организацию и сроки подготовки ОИОСН к

функционированию в условиях кризисных ситуаций; требования нормативных документов по комплектованию специалистами ОИОСН; учетные данные специалистов; организационно штатные структуры ОИОСН.

Модуль формирования и корректировки исходных данных позволяет задавать векторы параметров (концепты), характеризующие кризисные ситуации, при которых обеспечивается предоставление услуг специального инфокоммуникационного обеспечения, а также структурировать информацию о специалистах ОИОСН. Кроме того, в данном модуле предусматривается возможность вносить изменения об уровне обученности и профпригодности специалистов, определяемых по результатам последующего моделирования.

В первом модуле определяется начальный уровень обученности, базирующийся на методологии итеративного научения и теории статистического обучения [1, 2], а полученные в ходе расчета результаты учитываются при автоматизированной расстановке специалистов на штатные должности в соответствующем модуле предлагаемой модели.

В модуле определения уровня профессиональной психологической пригодности специалистов вычисляется показатель прогнозируемой успешности профессиональной деятельности специалистов, определяемый с помощью известных тестовых конструкций [3, 4]. В результате выносится итоговое заключение о профессиональной пригодности к выполнению функциональных обязанностей в условиях кризисных ситуаций, а полученные в ходе расчета данные учитываются при автоматизированной их расстановке на штатные должности в следующем модуле предлагаемой модели.

В модуле автоматизированной расстановки специалистов на штатные должности с учетом оценки уровня обученности и профессиональной психологической пригодности осуществляется рациональное распределение имеющегося ресурса личного состава, вследствие чего повышается начальный уровень слаженности подразделений. По результатам моделирования с использованием данного модуля становится возможным выявить из большого числа факторов те, которые в наибольшей степени влияют на обученность специалистов.

Основной целью при расстановке специалистов является получение максимального уровня готовности ОИОСН к функционированию в условиях кризисных ситуаций на основе оценки их уровня обученности, поэтому необходимо учитывать принцип равномерного и наиболее целесообразного распределения квалифицированных специалистов по экипажам комплексов и структурным подразделениям. Это не противоречит вышеуказанной цели, так как в результате равномерного распределения в каждом из подразделений будет находиться некоторое число наиболее подготовленных специалистов, которые способны обучать остальных. Кроме того, процесс расстановки специалистов должен учитывать помимо их уровней обученности и профпригодности данные, связанные с восстановлением знаний, навыков и

умений менее подготовленных специалистов, т. е. предполагаемой интенсивностью обучения. Интенсивность научения (организация педагогических воздействий) зависит от сложности усваиваемого материала, применяемой при обучении методики, мотивации, уровня памяти и ППП обучаемого [1, 2], следовательно, чем труднее материал, тем больше времени необходимо для его усвоения.

Применение данного подхода позволяет определить уровень обученности специалистов к началу процесса подготовки к выполнению функциональных задач в условиях кризисных ситуаций путем последовательного расчета периодов обучения и забывания.

В качестве инструмента, осуществляющего оценку влияния значений педагогических воздействий на обученность специалиста, а также прогнозируемое изменение их значений за некоторое время, используется аппарат искусственных нейронных сетей [5].

Упрощенно модель влияния γ интенсивности научения на I_i уровень обученности специалиста представляет обратную функцию зависимости между их величинами.

В терминах искусственных нейронных сетей задача оценки неизвестной функции является задачей аппроксимации. При этом обучающая выборка представляет собой пары данных входов-выходов нейронной сети, полученных в единые моменты времени $\Gamma_{it_1}, I_{i_1}, \Gamma_{it_2}, I_{i_2}, \dots, \Gamma_{it_N}, I_{i_N}$.

В результате обучения нейронной сети на следующем наборе данных искомым функционал будет представлен матрицей синаптических весов искусственной нейронной сети W_{RBF_i} , которую в дальнейшем можно будет использовать для определения значений уровня обученности i -го специалиста за некоторый период, по контролируемым значениям интенсивности научения. В качестве нейросети, реализующей данную задачу, выбрана искусственная нейронная сеть на основе радиальных базисных функций RBF (Radial-basis Function Network).

Каждое значение обучающей выборки для корректного функционирования сети RBF необходимо предварительно масштабировать. Одним из методов масштабирования является деление значения признака на максимальное значение этого признака, в результате чего максимальное значение будет ограничено значением 1. Природа значений, используемых для обучения и дальнейшего использования RBF сетей, в качестве которых выступают значения уровня обученности I_c и значения интенсивности научения Γ , показывают, что для них не существует отрицательных значений, кроме того, возможно определить максимальные значения для каждого из параметров. Так, для каждого человека интенсивность научения определена на интервале значений $[0, I_{i_{\max}}]$. В отношении величины уровня обученности

максимальное граничное значение для i -го специалиста определено, как значение, при котором интенсивность его научения принимает нулевое значение, а дальнейшее возможное увеличение уровня обученности уже не будет влиять способность выполнения задач по предназначению.

Таким образом, для каждого специалиста с учетом его особенностей определяется максимальный уровень обученности $I_{i_{\max}}$, а также опытным путем определяется максимальное граничное значение интенсивности научения $\Gamma_{i_{\max}}$. С помощью данных значений масштабируются текущие пары значений

значений $\Gamma_{it_1}, I_{i_{t_1}}, \Gamma_{it_2}, I_{i_{t_2}}, \dots, \Gamma_{it_N}, I_{i_{t_N}}$ для каждого i -го специалиста к масштабированным значениям $\left(\Gamma_{it_k}^*, I_{i_{t_k}}^*, \dots, \left(\Gamma_{it_N}^*, I_{i_{t_N}}^* \right) \right)$.

Единственным требованием к обучению сетей RBF является обеспечение требуемого числа обучающих реализаций для достижения необходимой точности и надежности обучения нейронной сети. При неизвестном значении априорной вероятности количество требуемых реализаций определяется с учетом табличных значений аргумента функции Лапласа требуемой точности оценки [4]. Задача прогнозирования также успешно решается в контексте искусственных нейронных сетей. Для чего обучающая выборка задается дискретными отсчетами, предварительно масштабированными в соответствии с выражением (1) значениями интенсивности научения $\Gamma_i^*(t), \Gamma_i^*(t-1), \dots, \Gamma_i^*(t-k)$ в соответствующие моменты времени, а выходным значением в некоторый будущий момент времени $t+1$ будет масштабированное значение $\Gamma_i^*(t+1)$.

В качестве прогнозирующей сети предлагается использовать фокусированную сеть прямого распространения с задержкой по времени (focused time lagged feedforward network – TLFN) [5]. Данная сеть включает в себя память на основе линии задержки с отводами порядка k и многослойный персептрон и используется в качестве одношаговой системы прогнозирования, в которой $\Gamma_i^*(t+1)$ содержит желаемый отклик на входной сигнал, состоящий из множества $\Gamma_i^*(t-1)_{k=0}^k$.

Для обучения используется стандартный алгоритм обратного распространения. В момент времени k временной образ применяется к входному слою сети в виде вектора масштабированного сигнала $\overline{\Gamma_i^*(t)} = \left[\Gamma_i^*(t), \Gamma_i^*(t-1), \dots, \Gamma_i^*(t-k) \right]^T$, который можно рассматривать как описание состояния нелинейного фильтра в момент времени t . Одна эпоха обучения состоит из последовательности состояний, количество которых определяется порядком памяти k и мощностью множества приме-

ров обучения N . Порядок памяти выбирается пользователем с учетом того, чтобы полученное прогнозное значение на момент времени t с учетом его наихудших значений к моменту времени $(t+1)$ позволяло лицу, принимающему решение (далее – ЛПР), принять и реализовать управленческое решение по распределению специалистов с учетом их категории и потребностей к уровню обученности. Масштабирование контролируемых значений внешних деструктивных воздействий, в нашем случае значений интенсивности научения Γ , необходимо для достижения согласованности в совместной работе обученных ранее нейронных сетей с радиальными базисными элементами и фокусированной сети прямого распространения с задержкой по времени.

Исходя из вышеизложенного, алгоритм рациональной расстановки в рассматриваемом модуле реализован следующим образом. Во время всего периода мониторинга состояния обученности специалистов осуществляется контроль значений педагогических воздействий в процессе их подготовки. Одновременно с этим происходит оценка значений уровней слаженности экипажей (комплексов). Затем масштабируются значения уровня обученности на максимальный допустимый его показатель для заданного подразделения, а значение педагогического воздействия на максимальное значение уровня обученности, при котором интенсивность обучения самого готового структурного подразделения в составе ОИОСН принимает нулевое значение. Далее по масштабируемым значениям осуществляют обучение искусственных нейронных сетей с радиальными базисными элементами для аппроксимации зависимостей интенсивности обучения специалистов от значений педагогических воздействий, после чего матрицы синаптических весов обученных нейронных сетей сохраняются в соответствии с характеристиками конкретного специалиста. ЛПР о назначении на должность осуществляет инсталляцию нейронных сетей с радиальными базисными элементами по количеству входящих в подразделение ОИОСН специалистов и выполняет контроль значений педагогических воздействий. Масштабируя данные значения с помощью фокусированной сети прямого распространения с задержкой по времени, ЛПР принимается решение о назначении специалиста на должности, прогнозируются значения педагогических воздействий и подаются данные значения на инсталлированные нейронные сети с радиальными базисными элементами, на выходах которых получают прогнозные значения уровней обученности для каждого специалиста, структурного подразделения и ОИОСН в целом.

В модуле формирования выходных данных аккумулируется информация об уровне слаженности экипажей комплексов ОИОСН $U_{CЭ}$, обученности их специалистов I_C , рассчитанных в первом и втором модулях соответственно. Затем с учетом заданного максимального уровня обученности I_{max} и критериальных значений $U_{CЭ}$ определяется количество готовых

экипажей комплексов N_{Γ} к функционированию в условиях кризисных ситуаций и готовность ОИОСН в целом.

Таким образом, предлагаемая модель позволит провести научно-методическое обоснование адаптации содержания и формы организации подготовки специалистов ОИОСН к выполнению функциональных задач в условиях кризисных ситуаций.

Список литературы

1. Новиков, Д. А. Закономерности итеративного научения / Д. А. Новиков. – М. : Институт проблем управления РАН, 1998. – 77 с.
2. Свиридов, А. П. Статистическая теория обучения: [монография] / А. П. Свиридов. – М. : Изд-во РГСУ, 2009. – 570 с.
3. Бодров, В. А. Психология профессиональной пригодности: учебное пособие для вузов / В. А. Бодров. – М. : ПЕР СЭ, 2001. – 268 с.
4. Анастаси, А. Психологическое тестирование / А. Анастаси; под ред. К. М. Гуревича, В. И. Лубовского; пер. с англ. В 2-х кн. – М. : Педагогика, 1982.
5. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс. – 2-е изд. / С. Хайкин; пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

М. И. Столярова

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Россия. Санкт-Петербург.

ОАО «Научно-исследовательский институт «Рубин»

E-mail: inforubin@rubin-spb.ru

Фундаментальным этапом проектирования транспортной сети связи (ТрСС) телекоммуникационной системы (ТКС) является формирование ее структуры, которое определяет рациональность, реализуемость и потенциально достижимые характеристики транспортной сети в целом. При этом в качестве целевой функции, учитывающей расход сил и средств на построение, эксплуатацию и развитие ТрСС, обычно используется ее приведенная стоимость, подлежащая минимизации [1].

Анализ текущего состояния и перспектив развития современных телекоммуникационных систем, а также особенностей реализации и функционирования современных транспортных сетей связи с повышенными требованиями по надежности, позволяет сделать вывод о целесообразности двухэтапного формирования структуры ТрСС ТКС. На первом этапе производится формирование топологической структуры ТрСС, определяющей ее структурные свойства, а на втором этапе осуществляется формирование по-

токовой структуры ТрСС, характеризующей функциональные свойства этой сети.

Задача формирования топологической структуры ТрСС ТКС формулируется следующим образом: на заданной узловой основе построить транспортную сеть, обладающую требуемой связностью и обеспечивающую минимум общей длины линий сети.

Формирование топологической структуры ТрСС начинается с определения корреспондирующих пар узлов (КПУ). После этого, исходя из существующей узловой основы, решается задача нахождения множества вершинно-независимых путей между данными КПУ. Нахождение минимального пути между корреспондирующей парой узлов может быть осуществлено с помощью алгоритма Дейкстры [2]. В качестве весового коэффициента для каждого из ребер может использоваться эквивалентный показатель, учитывающий длину ребра, коэффициент его приведенной стоимости и физическую реализуемость. Затем из топологии полученного графа исключаются вершины и инцидентные им ребра найденного минимального пути. *Это позволяет исключить случай, когда прохождение путей через один узел, но по разным ребрам может привести к повреждению сразу всех «независимых» путей в случае уничтожения общего узла.* Количество вершинно-независимых путей определяется требуемым коэффициентом связности [3]. В случае отсутствия необходимого количества вершинно-независимых путей между КПУ могут быть в дополнение к существующим добавлены другие ребра, после чего производится повторный расчет путей между КПУ.

Топологическая структура ТрСС определяется на основе нахождения требуемого количества вершинно-независимых путей передачи для всех корреспондирующих пар путем их суперпозиции.

Таким образом, результатом предложенного подхода будет топологическая структура ТрСС с минимальной общей протяженностью ребер и заданным коэффициентом связности для каждого сетевого узла.

На втором этапе формирования транспортной сети связи определяется ее потоковая структура.

Содержательно задача формирования потоковой структуры ТрСС состоит в определении пропускных способностей линий и коммутационных возможностей сетевых узлов, исходя из обеспечения требуемых скоростей транспортных потоков для КПУ.

На основе сформированного множества кратчайших путей осуществляется решение задачи поиска базового распределения информационного ресурса между независимыми маршрутами. В процессе этого одной из основных проблем является выбор базовых соотношений между независимыми i -ми путями (маршрутами) для распределяемых нагрузок и ресурсов при требуемом j -м коэффициенте связности с целью обеспечения необходимой структурно-функциональной живучести транспортной сети. Для распределения пропускной способности ТрСС ТКС может быть использована модель базового распределения нагрузок и ресурсов [4, 5].

Результатом предложенного подхода к формированию потоковой структуры транспортной сети будет матрица пропускных способностей ребер графа, описывающего топологическую структуру ТрСС.

Техническая реализация ТрСС ТКС базируется на физически реализуемую потоковую структуру. Если пропускные способности ребер не могут быть обеспечены технически, необходимо вернуться на этап формирования топологической структуры транспортной сети. Если пропускные способности ребер реализуемы, тогда далее решается задача расстановки систем передачи с учетом определенной выше требуемой пропускной способности ребер.

Таким образом, описанная методика позволяет сформировать структуру транспортной сети связи ТКС, обеспечивающую минимальную общую протяженность ребер и заданное значение коэффициента связности для каждого сетевого узла, а также требуемую пропускную способность.

Список литературы

1. *Вишневский, В. М.* Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишневский. – М. : Техносфера, 2003. – 512 с.
2. *Кузнецов, О. П.* Дискретная математика для инженера / О. П. Кузнецов, Г. М. Адельсон-Вельский. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 480 с.
3. Оптимизация структур сетевых моделей / Под ред. А.А. Колесникова. – Л. : ВАС, 1987. – 101 с.
4. *Ясинский, С. А.* Унифицированные математические модели для анализа и синтеза элементов телекоммуникационных сетей / С. А. Ясинский. – СПб. : ВУС, 2003. – 184 с.
5. *Ясинский, С. А.* Синтез сетей связи на основе «металлических» пропорций / С. А. Ясинский. – СПб. : ВУС, 2002. – 108 с.

И. И. Прокопов

СТРУКТУРНАЯ ДИНАМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ С ВИРТУАЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Южно-Уральский государственный университет

E-mail: Prokopov_2009@74.ru

В современных компьютерных сетях важную роль играют виртуальные объекты, создаваемые на базе существующих в сети аппаратных средств с целью повышения функциональности и удобства обслуживания каких-либо сетевых объектов. Такие объекты создаются сравнительно легко в связи с широким распространением популярных платформ виртуализации в виде отдельных программных продуктов (VMware, VirtualBox, Virtual PC) и интегрированных в серверные платформы (Hyper-V). К вирту-

альным сетевым объектам можно отнести: виртуальные машины (хосты) на основе виртуальных операционных систем, виртуальные коммутаторы, виртуальные сетевые адаптеры. Имея несомненные достоинства, виртуальные объекты в ряде случаев порождают проблемы, связанные с изменением структуры сети как целостной системы, а также проблемы с безопасностью в сети.

Способы группирования виртуальных объектов в сети.

Виртуальные узлы могут вносить различный вклад в изменение конфигурации сети в зависимости от способа группирования. Рассмотрим возможные способы подключения виртуального объекта к сети [1].

1. Виртуальные узлы образуют свою сеть внутри хостовой системы и изолированы от физической сети (режим «внутренняя сеть» – «Local only»). В этом случае влияния на конфигурацию сети нет.

2. Режим «не подключен» – Not connected. Это случай полностью изолированного узла. Влияния на конфигурацию сети нет.

3. Режим «разделяемая сеть» – Shared Networking или NAT. Виртуальный узел подключен к общей сети хостового узла от его имени. В физической топологии сети в явном виде не доступен (не виден). Дает нагрузку на сеть, так как может служить клиентом для общих ресурсов сети, создавать трафик и оказывать влияние на соседние физические узлы.

4. Режим « сетевого моста» – Bridged Networking. Непосредственное соединение адаптера виртуальной машины с физическим адаптером ЭВМ. В этом случае в сети появляется полноправный узел со своими ресурсами и сетевыми характеристиками.

Так как физический компьютер в большинстве случаев имеет не один сетевой интерфейс, а в настройках виртуальных машин можно задавать выбор сетевого адаптера, в некоторых случаях можно получить новую топологию сети, которая не соответствует правилам работоспособности и безопасности, принятым в данной сети. Например, могут появляться петлевые соединения, которые приводят к нарушению работы сети или к необходимости дополнительно нагружать сетевое оборудование функциями по их блокированию (алгоритмы типа spanning tree) [2].

Матричная модель сети с виртуальными объектами.

Любая сеть может быть охарактеризована набором своих параметров, которые определяют ее структуру, характеристики, возможность изменения, безопасность [3, 4].

Рассмотрим модель физической компьютерной сети в виде одномерного массива \vec{N} , состоящую из n физических узлов, где i – порядковый номер узла в сети: $\vec{N} = N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$. В данном примере это одноранговая сеть.

При наличии виртуальных объектов на физических узлах данный вектор преобразуется в матрицу \overline{HV} , в которой каждый физический узел дополнен своими виртуальными узлами HV_{ij} , где i – номер физического узла сети, а j – номер виртуальной машины на данном физическом узле:

$$\overline{HV} = \begin{pmatrix} H_1 & HV_{11} & HV_{12} \cdots & HV_{1m} \\ H_2 & HV_{21} & HV_{22} \cdots & HV_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ H_n & HV_{n1} & HV_{n2} \cdots & HV_{nm} \end{pmatrix}$$

Данная матрица будет неровной и динамической, так как в общем случае количество виртуальных машин на каждом физическом узле может меняться случайным образом от нуля до $m = NV_{max}$, где NV_{max} – максимально допустимое количество одновременно запущенных виртуальных машин на узле, которое определяется возможностями ЭВМ и платформы виртуализации. Первый столбец матрицы образуют сами физические хосты. Включение и выключение физических хостов также может происходить случайным образом, и соответственно будут появляться и исчезать целиком строки матрицы, т. е. элемент H_i является независимым элементом строки, а элементы HV_{ij} все зависимы от него полностью. Между собой элементы HV_{ij} независимы. Таким образом, наличие вектора-строки матрицы полностью определяется наличием его первого элемента H_i .

В зависимости от режима работы виртуального сетевого адаптера строки матрицы также могут изменяться. В случае режима NAT происходит свертка строки матрицы соответствующего физического хоста до первого элемента строки (случай, когда все виртуальные машины используют функцию NAT). Если часть виртуальных машин используют режим моста, а часть – NAT, то происходит укорачивание соответствующей строки матрицы. Также укорачивание происходит при использовании изолированных виртуальных машин в режимах только внутренней сети и отключенном (от любой сети) режиме. С точки зрения внешнего наблюдения (мониторинга) определить причину изменения матрицы конфигурации сети не всегда возможно, так как например выключение (выгрузка) виртуальной машины и переход ее в состояние сетевого отключения практически неразличимы.

Изолированные или отключенные от сети виртуальные машины потенциально могут изменить свой статус, появившись в сети после изменения настроек конфигурации соответствующей платформы. Время их появления (старта выгруженной и перезапуска изолированной систем) будет примерно одинаковым с разницей в ΔT секунд, требуемых на выгрузку изолированной машины. Интервал ΔT определяется типом и настройками ОС виртуальной машины, а также способом прекращения ее работы: форсированное завершение, стандартный режим выключения, с сохранением

состояния. Интервал может колебаться от 10–15 секунд до 3–4 мин. Та же ситуация будет при переводе виртуальной машины из режима NAT в режим моста.

Топологическая модель сети с виртуальными объектами

Рассмотрим модель сети в виде графа соединений двух типов хостов и сетей (рис. 1). Для различения виртуальных и физических хостов обозначим их соответственно темными и светлыми.

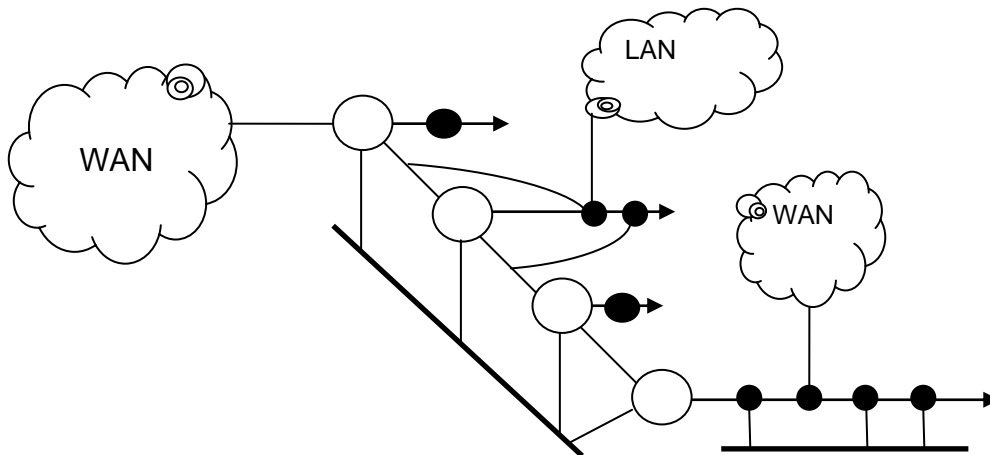


Рис. 1. Схема соединения физических, виртуальных хостов и сетей

Возможны подключения к одной и той же сети разными способами — к локальной сети хостовых машин, к глобальной сети, к локальным внешним сетям [4]. В связи с этим возникает проблема интерпретации понятия «периметр сети». Это понятие является одним из основополагающих при организации защиты сети, а также при ее расширении. Возможно образование петель, так как администратор виртуальной машины может не знать топологии всей сети в целом.

Влияние виртуальных узлов на управляемость и безопасность в сети

1. Каждый виртуальный узел может представлять собой точку подсоединения к исходной физической сети других узлов или даже сетей. Это возможно в том случае, если имеется возможность подключения к двум или более сетевым адаптерам на одной физической ЭВМ. При этом виртуальный хост выполняет функции шлюза, соединяющего контролируемую сеть и неконтролируемую. Таким образом, граница сети нарушается и может приобретать различные очертания. Особенность такой границы в том, что она имеет зернистую структуру и возникает в том числе и внутри сети. Матрица сети преобразуется и получает третье измерение — сети, подсоединенные к элементам HV_{ij} , а сам элемент превращается в вектор.

Матрица становится трехмерным массивом с неровными границами и по второму и по третьему измерению:

$$\overline{HV} = \begin{pmatrix} H_1 & HV_{11} & \{HV_{12}, HS_{121}, HS_{122} \dots\} \dots & HV_{1m} \\ H_2 & & HV_{21} & HV_{22} \dots & \{HV_{2m}, HS_{2m1}, HS_{2m2} \dots\} \\ \dots & & \dots & \dots & \dots \\ H_n & & HV_{n1} & HV_{n2} \dots & \{HV_{nm}, HS_{nm1}, HS_{nm2} \dots\} \end{pmatrix}$$

Но так как любая строка матрицы, содержащая несанкционированные шлюзы, зависит от первого элемента строки (физический хост), то защита может осуществляться средствами хостовой ОС и аппаратуры ЭВМ.

2. Виртуальная машина может представлять опасность для сети, так как устанавливается и администрируется пользователем физического хоста, который может не выполнить правильно настройку политики безопасности в сети. Также большое разнообразие типов операционных систем не позволяет применять загрузку настроек безопасности с сервера поскольку они обычно ориентированы на определенный вид ОС. При подключении к Интернет ненастроенные виртуальные машины могут стать источником вирусов, ориентированных на сетевую активность.

3. Любая корпоративная сеть является управляемой. Управление структурой и безопасностью сети основано на использовании информации о характеристиках узлов, которая либо заранее известна, либо получается в процессе мониторинга. Общее количество параметров может быть представлено в виде структуры, элементы которой содержат нужные данные: аппаратные адреса сетевых интерфейсов, тип ОС, IP адреса, имена, типы протоколов, роли узлов [5]. Аппаратный (MAC) адрес является одним из важнейших параметров сетевого узла, который используется для правильной работы протоколов нижнего уровня сетевой модели, при настройках сетевого оборудования и программного обеспечения с целью привязки защитных функций к конкретному узлу. Например, алгоритмы идентификации терминалов в сети, задачи привязки программ лицензирования.

Платформы виртуализации позволяют при настройке сетевых интерфейсов генерировать MAC-адрес на основе датчика случайных чисел (последние 3 байта). Далее его можно поменять и вручную. В конечном счете это может привести к неработоспособности сети или к нарушению правил безопасности и несанкционированному доступу к данным (имитация легального терминала).

Рассмотрим пример такой замены. Для двух разных ЭВМ (ноутбук и настольная ЭВМ) программа виртуализации VirtualBox сгенерировала два разных MAC-адреса, первые три байта которых были одинаковы (08-00-27), следующие три представляли собой случайные числа, но они легко были заменены вручную на произвольные (например, 11-11-11).

Выводы

- Модель сети с виртуальными объектами может быть представлена в виде многомерного неровного динамического массива (минимум трехмерного) – конфигурационной матрицы сети.

- Изменение состояния сети происходит в ряде случаев случайным образом.
- При обеспечении безопасности сети необходимо учитывать структурную динамику сети с учетом влияния виртуальных узлов.

Список литературы

1. <http://dlc.sun.com.edgesuite.net/virtualbox/4.0.4/UserManual.pdf>
2. Брэгг, Р. Безопасность сетей. Полное руководство / Р. Брэгг, М. Родс-Оусли, К. Страссберг; пер. с англ. – М.: Издательство «ЭКОМ», 2006. – 912 с.: ил., ISBN 5-7163-0132-0.
3. Охтилев, М. Ю. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов / М. Ю. Охтилев, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов. – М. : Наука, 2006. – 410 с. – (Информатика: неограниченные возможности и возможные ограничения). – ISBN 5-02-033789-7 (в пер.).
4. Хилл, Б. Полный справочник по Cisco / Б. Хилл; пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2008. – 1088 с.
5. Информационная безопасность открытых систем: учебник для вузов. В 2-х т. Т. 2. – Средства защиты в сетях / С. В. Запечников, Н. Г. Милославская, А. И. Толстой, Д. В. Ушаков. – М. : Горячая линия-Телеком, 2008. – 558 с.: ил., ISBN 978-5-9912-0034-9.

С. М. Одоевский¹, А. А. Авдеев², А. П. Буряков²

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛОВ И ПОМЕХ В МНОГОУРОВНЕВОЙ СЕТИ БЕСПРОВОДНОГО АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА

*Россия. ¹Санкт-Петербург. ОАО «НИИ «Рубин»,
²Военная академия связи*

E-mail: inforubin@rubin-spb.ru

При известном или предполагаемом (при анализе связности подвижных сетевых элементов) взаимном расположении приемника rx и передатчика tx (сигнала или помехи) мощность принимаемого сигнала или помехи P_{rx} (в дБм) можно найти из первого уравнения передачи:

$$P_{rx} = P_{tx} + G_{tx} + G_{rx} - L, \quad (1)$$

где P_{tx} – мощность передатчика (дБм); G_{tx} – коэффициент усиления антенны передатчика в сторону приемника (дБ); G_{rx} – коэффициент усиления антенны приемника в сторону передатчика (дБ); L – ослабление (потери – loss) радиоволн между передатчиком и приемником (дБ).

Основную сложность при использовании формулы (1) составляет не-

обходимость предварительного расчета ослабления радиоволн L .

Рассмотрим типовые модели распространения радиоволн (РРВ), используемые для расчета ослабления радиоволн L на интервалах связи и помех в сети беспроводного абонентского доступа (СБАД).

В целом можно выделить три класса моделей РРВ, отличающиеся составом используемых исходных данных о земной поверхности, а также сложностью и точностью расчетов.

**Модели РРВ, чувствительные только к дальности R
и к обобщенному типу земной поверхности**

Можно выделить три типа данных моделей, отличающиеся степенью чувствительности к реальной земной поверхности:

модель РРВ в свободном пространстве, не учитывающая наличие земной поверхности:

$$L_1 = 20 \lg(4 \pi R_{[\text{км}]} F_{[\text{МГц}]} / 0,3) \approx 32,44 + 20 \lg R_{[\text{км}]} + 20 \lg F_{[\text{МГц}]} \quad (2)$$

Для учета однородного «несвободного» пространства (над не учитываемой земной поверхностью) в виде участков леса, равномерно застроенных кварталов или стен в зданиях с известным погонным ослаблением $\Delta(F)_{[\text{дБ/м}]}$ к ослаблению (2) добавляют поправку:

$$\Delta L_1 = \alpha(F) \Delta R, \quad (3)$$

где $\Delta R \leq R$ – часть участка РРВ [м], проходящая через лес (стены, здания);

модель РРВ в околосферном пространстве, учитывающая абсолютное экранирующее влияние идеальной сферической земной поверхности с эквивалентным радиусом $R_{\text{зем}}$:

$$L_2 = \begin{cases} L_1, R \leq R_{\text{пр}} \\ \infty, R > R_{\text{пр}} \end{cases}, \quad (4)$$

где $R_{\text{пр}}$ – максимальная дальность прямой видимости (км)

$$R_{\text{пр}} = \sqrt{0.002 R_{\text{зем}} (\sqrt{H} + \sqrt{h})}, \quad (5)$$

где H и h – высоты антенн передатчика и приемника (м).

В условиях нормальной рефракции при коэффициенте рефракции $K_{\text{рефр}}=1,33$ эквивалентный радиус Земли равен $R_{\text{зем}}=6400 \cdot K_{\text{рефр}} \approx 8500$ км. В этом случае формулу (4) можно записать в виде

$$R_{\text{пр}} = 4.12 (\sqrt{H} + \sqrt{h}); \quad (6)$$

эмпирические модели РРВ в приземном слое атмосферы, учитывающие статистические свойства неоднородности земной поверхности (включая наземные объекты).

Наиболее известной и популярной моделью подобного типа является модель Окамуры–Хата (Okumura-Hata) [1]. Основная формула для расчета усредненных значений потерь распространения, в соответствии с данной моделью, имеет вид:

$$L(\text{дБ}) = 69.55 + 26.16 \log_{10} f_{\text{МГц}} - 13.82 \log_{10} h_1 - a(h_2) + \quad (7)$$

$$+(44.9 - 6.55 \log_{10} h_1) \log_{10} d_{\text{км}} - K,$$

где h_1 (30–200) и h_2 (1–10) – высоты антенн базовой и абонентской станции, соответственно, $d_{\text{км}}$ (1–20) – расстояние в километрах, $f_{\text{МГц}}$ (150–1500) – центральная частота излучения в мегагерцах, $a(h_2)$ – коэффициент, учитывающий особенности окружающей среды. При $h_2 = 0$ значение $a(h_2)$ также равно 0; коэффициент K используется при расчетах для учета особенностей небольших городов, пригородов и открытой местности.

К категории больших городов относятся те, в которых дома и другие строения имеют высоту более 15 м.

Существует также ряд других подобных моделей, позволяющих выйти за рамки указанных выше ограничений применимости формулы (7) по высотам антенн, расстоянию и диапазону частот.

**Модели РРВ, чувствительные не только к дальности R,
но и к усредненному виду земной поверхности
между передатчиком и приемником.**

К подобным моделям отчасти можно отнести модель Walfisch-Ikegami, позволяющую учитывать усредненный вид городской застройки. Но более известной моделью такого типа является модель, описанная в Рекомендации 370 МСЭ-Р, уточненная в недавно опубликованной новой Рекомендации МСЭ-Р Р.1546-3 «Метод прогнозирования для трасс связи «пункта с зоной» для наземных служб в диапазоне частот от 30 до 3000 МГц» [2]. Данная модель позволяет учитывать усредненные характеристики неровностей земной поверхности в окрестностях базовой и мобильной станций.

Рекомендация МСЭ-Р Р.1546-3 предназначена для использования в линиях радиосвязи в условиях тропосферы над сухопутными трассами, морскими трассами и/или смешанными трассами, состоящими из сухопутных и морских участков, длиной от 1 до 1000 км для эффективной высоты передающей антенны менее 3000 м. Модель основана на интерполяции/экстраполяции по полученным эмпирическим путем кривым напряженности поля для эффективной излучаемой мощности (э.и.м.) 1 кВт как функциям от расстояния, высоты антенны, частоты и процента времени. Процедура расчета включает также внесение исправлений в результаты, полученные на основе интерполяции/экстраполяции, для того чтобы учесть угол просвета местности и мешающие отражения от препятствий в термине [3].

**Модели РРВ, чувствительные к реальному виду земной поверхности
между БС и МС с точностью, соответствующей способу получения
и учета исходных данных об этой поверхности
(включая наземные объекты).**

Подобные достаточно точные модели, основанные на классических моделях дифракции, отражения и интерференции радиоволн, широко используются при расчетах радиорелейных линий связи и могут применяться

при расчете ослабления радиоволн между фиксированными сетевыми элементами СБАД.

В итоге точность прогноза реализуемости беспроводной связи между сетевыми элементами СБАД существенным образом зависит, с одной стороны, от точности исходных данных об условиях распространения радиоволн и о пространственно-временном распределении информационной нагрузки (трафика) абонентов, а с другой стороны – от точности используемых моделей РРВ.

Таким образом, используя описанные выше модели РРВ и первое уравнение передачи для сигналов и помех, можно, как уже отмечалось ранее, определить отношения сигнал/помеха $q_{j.xy} = P_{c.j.xy} / P_{n.j.xy}$ в любом заданном или предполагаемом месте xy расположения радиоприемного оборудования СБАД с технологией ТН_j. Сравнивая рассчитанное значение $q_{j.xy}$ с минимально допустимой величиной $q_{j.min}$, можно выяснить, обеспечиваются ли в данном месте условия передачи с максимальной скоростью передачи $V_{j.max}$, соответствующей технологии ТН_j.

Список литературы

1. *Присяжнюк, С. П.* Пакетная радиосвязь / С. П. Присяжнюк, В. И. Комашинский // Информация и космос: спец. выпуск. – 2009. – № 5. – С. 1–130.
2. ITU-R Recommendations. P Series. 2007. Rec. ITU-R P.530–12.
3. *Василевич, Е.В.* Учебная информационная система моделирования телекоммуникационных сетей специального назначения / Е. В. Василевич, С. М. Одоевский. – Калининград : РГУ им. И. Канта, 2009. – 48 с.

К. В. Белоус

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
имени профессора М.А. Бонч-Бруевича*

E-mail: kostos_84@mail.ru

В настоящее время одной из актуальнейших задач теории систем и системного анализа является разработка алгоритмов и методов синтеза и структурного анализа сложных систем. Несмотря на то, что до настоящего времени было разработано значительное число формализмов, позволяющих произвести описание сложных систем, некоторые из них невозможно применить в конкретных случаях.

Говоря о сложной системе, прежде всего, следует иметь в виду большое количество связей – как между элементами разных иерархических

уровней, так и между элементами, принадлежащими одному иерархическому уровню. Не исключается также варианты перехода связи через уровень, множественная связь, ветвление и пр. Таким образом, можно говорить о недостаточной эффективности стандартных методов синтеза сложных систем.

Системы почтовой связи (СПС) относятся к классу иерархических систем, так как в них существует контроль над более низкими уровнями со стороны высших, большое количество горизонтальных и вертикальных связей, являющихся каналами транспортировки информационных, материальных и денежных потоков, а также управляющих воздействий, причем условно связи можно разделить на физические и логические. Заметим, что их структура не всегда совпадает.

Сложность СПС не позволяет использовать для их структурного анализа и синтеза классические методы. Для решения данной задачи целесообразно использовать методы комплексных моделей [1, 2] в сочетании с морфологическими методами, разработанными в работах Ф. Цвикки [3] и других исследователей [4–5]. Преимущество морфологического подхода заключается в описании всех возможных структурных решений предприятий связи, взаимосвязанных с другими параметрами. Вместе с тем, ввиду большого числа классификационных признаков, влияющих на конечное структурное решение, которые необходимо учитывать, значительно возрастает мощность множества вариантов реализации. Приведем фрагмент морфологической таблицы для выбора структурного решения отделения почтовой связи (табл. 1).

Таблица 1

Морфологическая таблица ОПС

Морфологический параметр	Значение			
	Стационарное	Передвижное		
P_1 – стационарность	Стационарное	Передвижное		
P_2 – время работы	Круглосуточно	По расписанию		
P_3 – сезонность работы	Все сезоны	Не все сезоны		
P_4 – количество операционных окон	1	2...5	5...10	>10
P_5 – наличие ПКДИ	Есть	Нет		
P_6 – возможность абонирования ящиков	Да	Нет		
P_7 – почтовый магазин	Да	Нет		
P_8 – местность	Сельская	Городская		

Морфологическая табл. 1 содержит 512 потенциальных вариантов структуры ОПС. Заметим, что часть вариантов являются взаимоисключающими. Добиться еще большего сокращения вариантов можно добиться путем введения весовой функции, отражающей «стоимость» параметра. Для вычисления стоимости можно воспользоваться помощью экспертов в области почтовой связи. После вычисления стоимостной функции можно произвести ранжирование атрибутов по убыванию и исключить малозначимые.

Общее морфологическое дерево объектов почтовой связи представлено на рис. 1. Так как представленное морфологическое дерево имеет сложную структуру, затрудняющую его анализ, предлагается ввести некоторые усовершенствования в обозначения структуры.

В объектах почтовой связи можно выделить специализированные почтовые объекты и почтовые объекты объединенного типа. Почтовые объекты объединенного типа, в свою очередь, можно классифицировать по выполнению производственного цикла на объекты полного производственного цикла и объекты неполного производственного цикла. Выделим первый классификационный признак – это тип почтового объекта по характеру выполняемых операций, принимающий два значения – «специализированный» и «объединенного типа». Второй классификационный признак – выполнение производственного цикла в полном или неполном объеме. Он будет иметь два значения: «с полным производственным циклом», «с неполным производственным циклом». Следующим классификационным признаком будет класс почтового отделения, принимающий значения. Отообразим информацию в виде морфологического И/ИЛИ-дерева. Вершины у такого дерева отражают классификационные признаки, ребра – их значения. У морфологического дерева присутствуют два вида вершин «И» и «ИЛИ». Вершина «ИЛИ» – означает выбор, «И»-вершина – последовательную обработку всех выходящих из нее ребер. Очень часто выходящие из «И»-вершины ребра представляют собой агрегируемые объекты (подсистемы).

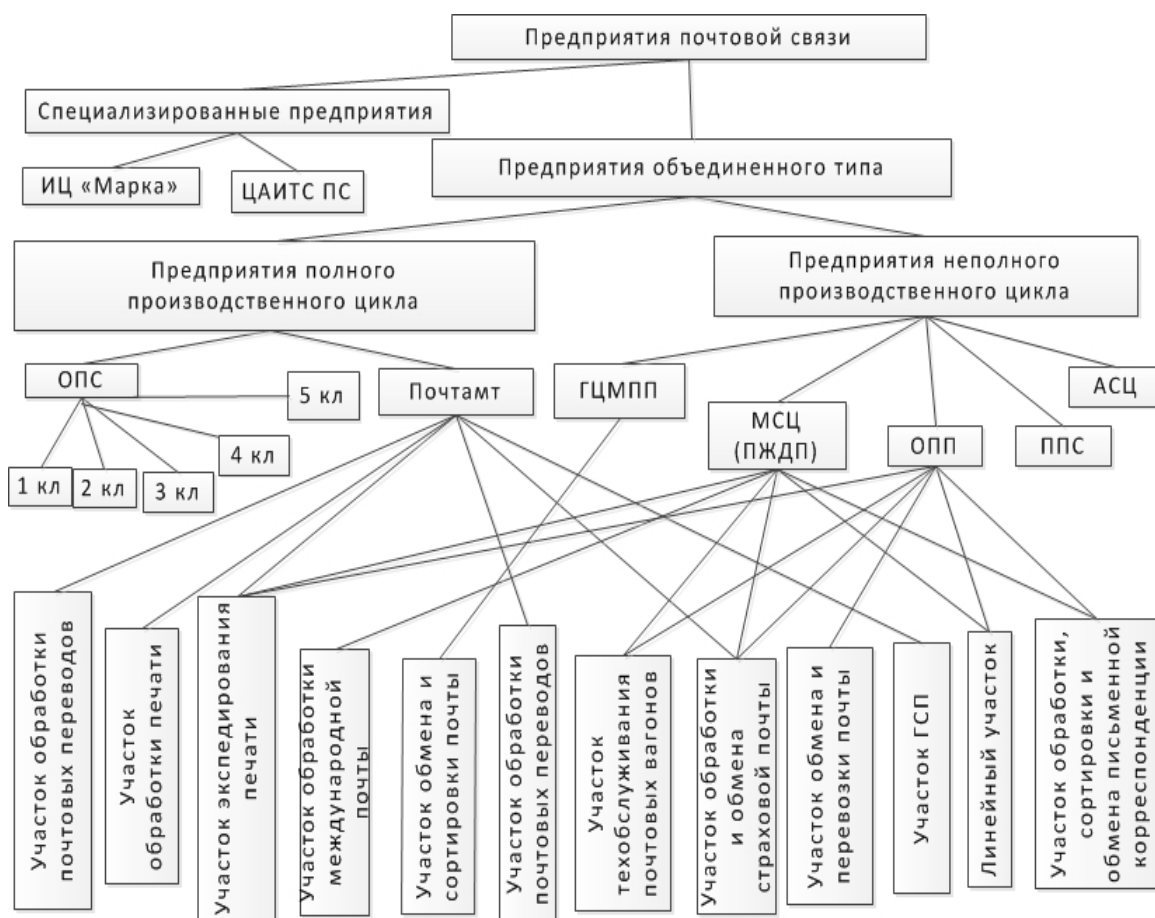


Рис. 1. Морфологическое дерево объектов почтовой связи

Анализ морфологического графа, представленного на рис. 1, позволяет сделать следующие выводы:

- существующий морфологический граф не дает представления о структуре агрегируемых подсистем;
- существующий морфологический граф не в полной мере позволяет оценить структуру как предприятий почтовой связи в случае, если оно состоит из множества отделов.

Таким образом, возникает необходимость введения новых условных обозначений для более компактного представления данных морфологического графа.

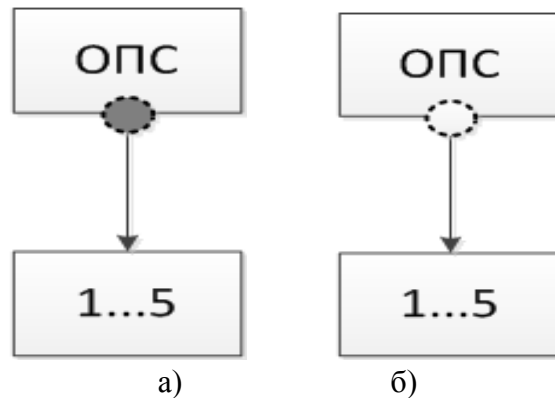


Рис. 2. Условные обозначения узлов морфологического дерева:
а) – список элементов, б) – выбор любого числа элементов

Будем считать, что если в морфологическом дереве имеется элемент, как на рис. 2 а, то данное обозначение следует интерпретировать, как множество из элементов (с обязательным выбором всех перечисленных). Если морфологическое дерево содержит элемент, как на рис. 2, б, то будем считать, что предполагается выбор хотя бы одного элемента. Поясним особенности новых условных обозначений. Под «списком элементов» в данном случае будем иметь множество, включающее все элементы, при этом задаются начальный и конечный элементы множества. Под «любым числом элементов» в данном случае будем иметь множество, содержащее любое количество элементов в любой последовательности, а также пустое множество. С учетом нововведений морфологический граф примет вид, изображенный на рис. 4.

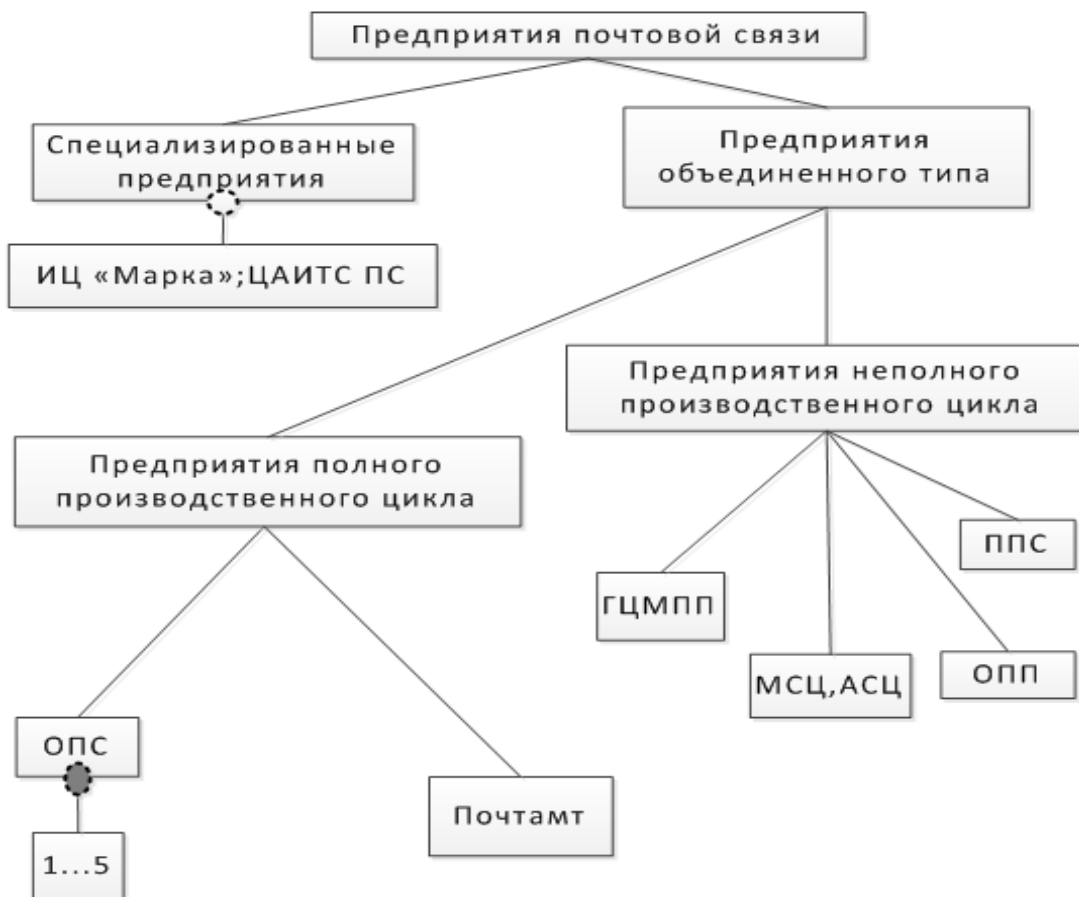


Рис. 3. Морфологическое дерево объектов почтовой связи



Рис. 4. Морфологическое дерево отделений почтовой связи

Результаты проведенных исследований:

– проведен морфологический анализ предприятий почтовой связи на примере отделения почтовой связи, как самого массового предприятия почтовой связи;

– результаты проведенного морфологического, совместно с технологией комплексного моделирования, могут послужить основой для создания единой многоаспектной модели почтовой связи;

– предложен новый способ графического изображения на морфологическом дереве множественного выбора вариантов, что позволяет упростить графическое изображение сложных иерархических организационных структур.

Список литературы

1. Белоус, К. В. Разработка информационных моделей для автоматизации управления предприятиями связи / К. В. Белоус // 62-я НТК профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГУТ: мат-лы. – СПб. : «Политехника», 2010. с. 299–300.

2. Акимов, С. В. Структура многоаспектного описания технического объекта / С. В. Акимов // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании: сборник научных трудов международной научно-практической конференции SWorld. – Т. 5. – Одесса : Черноморье, 2011, – С. 7–14.

3. Zwicky, F. Discovery, invention, research through the morphological approach / F. Zwicky. – Toronto, 1969.

4. Раков, Д. Л. Структурный анализ и синтез новых технических систем на базе морфологического подхода / Д. Л. Раков. – М. : URSS, 2011.

5. Одрин, В.М. Морфологический анализ систем. Построение морфологических таблиц / В. М. Одрин, С. С. Картавов. – Киев : Наукова думка, 1977.

Е. В. Чурносков

СИСТЕМНЫЙ КОНТРОЛЬ ВЛИЯНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

E-mail: evg.vlad@mail.ru

Электромагнитное воздействие мобильного телефона (МТ) на человека в значительной степени определяется соотношением продолжительности разговора (x_1) и паузы после него (x_2) в единичном цикле «разговор–пауза». В период разговора может происходить накопление негативного влияния

электромагнитного излучения на подсистемы организма, а в период последующей паузы – постепенное восстановление последствий этого воздействия. В результате модель воздействия МТ на соответствующую характеристику жизнедеятельности организма в таком цикле можно представить как функциональную зависимость величины этой характеристики от совокупного воздействия указанных двух антагонистических факторов.

На основе этой модели можно построить границу между двумя областями в пространстве факторов (x_1, x_2), определяющих цикл разговора, т. е. областью нормы и зоной риска. В случае необходимости в модель могут быть введены дополнительные факторы, например мощность излучения, параметры защиты пользователя от влияния МТ и т. п. Однако, как показали наши исследования, проведенные с различными МТ и в разных концах Петербурга, указанные два фактора (x_1, x_2) оказывают решающее воздействие на реакцию организма в ответ на разговор по МТ [1, 2].

Моделирование в данном случае целесообразно осуществлять на основе методологии математического планирования эксперимента (МПЭ) [3]. В качестве иллюстрации системного подхода к оценке влияния МТ на организм пользователя ниже приведен реальный пример.

Была поставлена задача: смоделировать и оценить степень влияния разговора по мобильному телефону (МТ) на характеристику внимания пользователя по результатам применения соответствующего теста на внимание оператора. В качестве воздействующих факторов были выбраны: продолжительность разговора (x_1) и интервал между двумя разговорами (x_2). Выходная характеристика (y) – это результаты теста на внимание. Общий вид теста представлен на рис. 1. Тестирование осуществляется следующим образом. После установки курсора на квадрат в центре экрана и нажатия клавиши мыши остальные фигуры, расположенные по краям экрана, начинают двигаться в произвольном направлении, постепенно увеличивая скорость. Оператор должен, управляя с помощью мыши положением квадрата, не допускать его контакта с остальными фигурами. В случае контакта тест заканчивается и выводится время, которое прошло с момента начала теста до его конца. Это время в дальнейшем будет являться оценкой реакции исследуемого объекта (y).

Далее был проведен двухфакторный эксперимент, как показано в табл. 1.

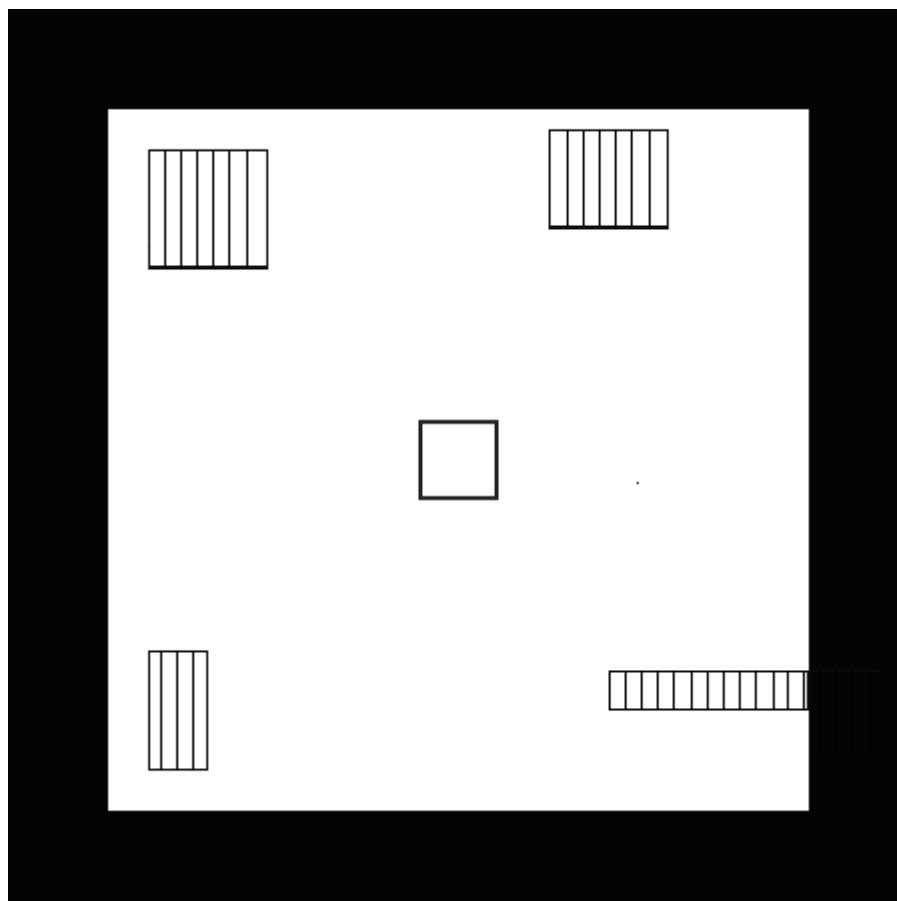


Рис.1. Общий вид теста

Таблица 1

План и результаты эксперимента

Номер опыта	Значения факторов				y (результаты), с	\bar{y} , с
	кодированные		натуральные (в мин.)			
	x_1	x_2	x_1	x_2		
1	-1	-1	1	1	3,9; 4,7; 4,1; 4,3; 4	4,2
2	-1	1	1	5	7,2; 5,2; 3,15; 6,1; 4,4	5,2
3	1	-1	10	1	1,5; 2; 1,3; 1,5; 1,2	1,5
4	1	1	10	5	5,2; 2,7; 1,4; 1,4; 2,7	2,7
5	1	0	10	2,5	1,5; 3,3; 2,6; 2,2; 2,2; 2,4	2,4
6	-1	0	1	2,5	3,6; 5,4; 4,2; 4,9; 4,4	4,5
7	0	1	5,5	5	2; 4,3; 3; 2,6; 1,3	2,6
8	0	-1	5,5	1	4,1; 1,4; 3,2; 2,3; 0,5	2,3
9	0	0	5,5	2,5	1,6; 3,4; 2,8; 1,9; 2,6	2,5

Чем больше величина (y), тем лучше внимание испытуемого. Каждый опыт дублировался 5 раз.

В ходе эксперимента использовался мобильный телефон SonyEricsson k610i, мощность которого в соответствии с системой SAR составляет 1,05 Вт/кг.

По результатам спланированного эксперимента на основе метода множественной регрессии были рассчитаны коэффициенты модели, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты модели

Условное обозначение	b_0	b_1	b_2	b_{12}	b_{12}	b_{22}
Величины	2,5*	-1,2*	0,42*	0,04	0,95*	-0,03

Примечание: статистически значимые коэффициенты обозначены звездочкой.

Общий вид модели:

$$y = 2,5 - 1,2x_1 + 0,42x_2 + 0,04x_1x_2 + 0,95x_1^2 - 0,03x_2^2 \quad (1)$$

Модель статистически значима ($p < 0,05$). Наибольшее влияние в сторону ухудшения оценки внимания (y) оказывает возрастание продолжительности разговора (знак коэффициента при x_1 – минус). В свою очередь, увеличение величины паузы после разговора улучшает характеристику внимания, о чем свидетельствует положительный знак перед коэффициентом b_2 .

На рис. 2 представлена графическая интерпретация модели в виде линий равного уровня. На рисунке видно, что чем больше продолжительность

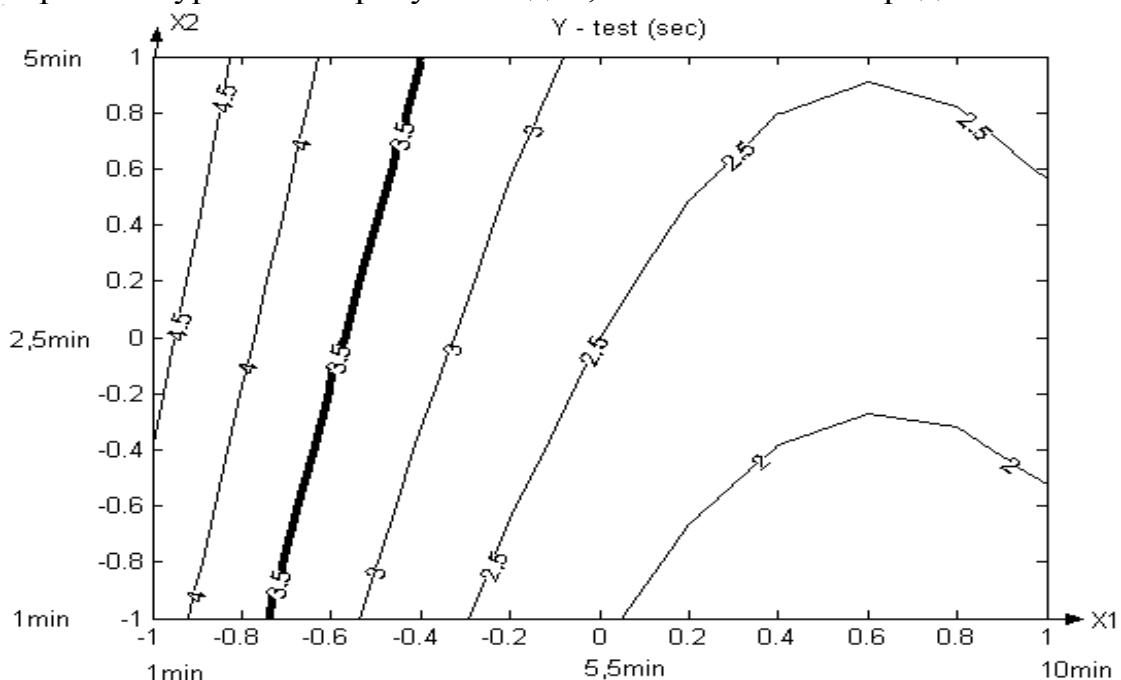


Рис. 2. Графическое представление зависимости «интервала внимания» (y) от комбинированного влияния продолжительности «разговора» по телефону (x_1) и интервала после него (x_2)

разговора (x_1), тем хуже оценка внимания, т. е. короче интервал удержания управляемого квадрата в заданном режиме. Самые худшие результаты соответствуют максимальным значениям продолжительности разговора (более

8 мин) и минимальной продолжительности паузы (x_2), т. е. отдыха после разговора.

Если задаться границей нормы, например 3,5 с, то можно определить область нормы, которая на данном графике представлена слева от жирной линии. Граница области нормы может быть выведена из (1) и представлена в виде следующего выражения:

$$1 + 1,2x_1 - 0,42x_2 - 0,04x_1x_2 - 0,95x_1^2 + 0,03x_2^2 = 0 \quad (2)$$

Справа от жирной линии расположена область риска, в пределах которой разговаривать по МТ рискованно.

Здесь необходимо отметить, что в модели не учтена эмоциональная составляющая разговора, т. е. его содержание. В данном случае учитывается в основном физическое влияние излучения. Испытуемый просто держит около уха в течение заданного времени МТ, включенный в режим разговора. Однако этот фактор можно определенным образом учесть, исходя из психофизиологических характеристик индивидуума, для которого формируется модель.

Такая модель (2) может быть «защита» в базу данных МТ, и в случае перехода в зону риска, выделенную на рис. 2, МТ должен сигнализировать о необходимости сделать паузу в разговоре. Для каждого контролируемого параметра строится модель, адаптированная под конкретного пользователя.

На рис. 3. представлена обобщенная блок-схема одного из вариантов автоматизации контроля влияния МТ на организм пользователя на основе модели, аналогичной построенной в приведенном выше примере.

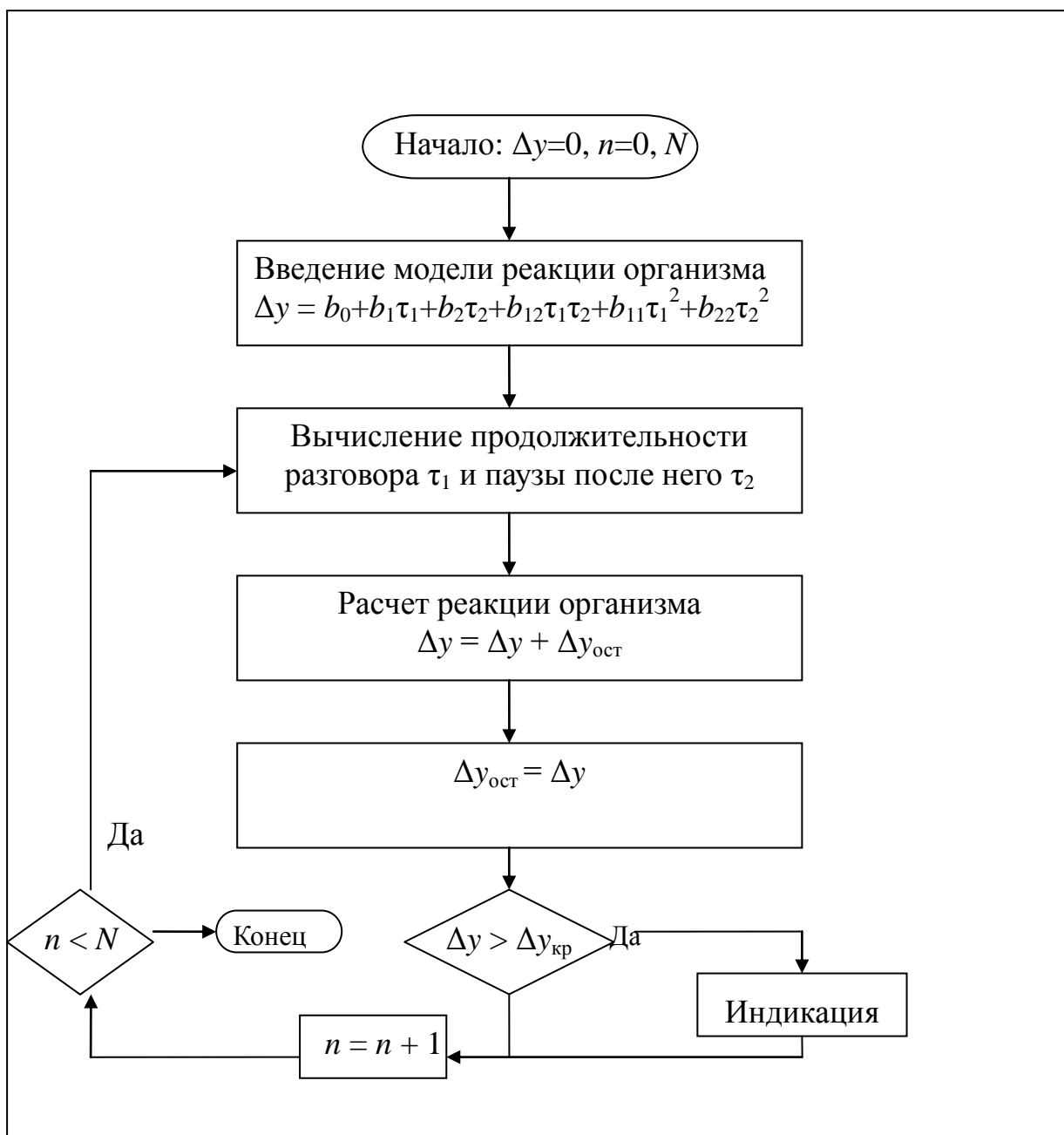


Рис. 3. Обобщенная блок-схема автоматизированной системы контроля влияния разговора по МТ на функции организма пользователя: n – счетчик циклов, N – предельное количество циклов, Δy – разность между величиной исследуемой теристики организма до и после окончания цикла разговора

Список литературы

1. Чурносов, Е. В. Системная оценка влияния мобильного телефона на пользователя/ Е. В. Чурносов // IV международный научный конгресс «НЕЙРОБИОТЕЛЕКОМ-2010»: сборник научных трудов. – СПб. : СПбГУТ, 2010. – С. 213–216.
2. Чурносов, Е. В. Оценка многофакторного воздействия мобильного телефона на пользователя/ Е. В. Чурносов // Материалы 63 научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, науч-

ных сотрудников и аспирантов. – СПб. : СПбГУТ, 2011. – С. 95–98.

3. Лисенко, А. Н. Математические методы планирования многофакторного медико-биологического эксперимента / А. Н. Лисенков. – М. : Медицина, 1979.

4. Чурносков, Е. В. Моделирование многофакторного воздействия мобильного телефона на человека / Е. В. Чурносков // Тезисы 5 международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». – 2009. – С. 182.

О. В. Гузенко

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗГОВОРНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВЕРБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Россия. Московский педагогический государственный университет

E-mail: comincom@mail.ru

Проблема вербальной и невербальной агрессии все чаще становится предметом анализа и обсуждения не только в лингвистике, но и в педагогике. Эффективная подготовка переводчиков предполагает освоение ими навыков перевода текстов и выступлений общественно-политической, правовой, криминальной тематики. В последнее время риторика подобных выступлений становится существенно острее и агрессивнее, зачастую она обогащена специфической лексикой, зачастую граничащей с ненормативной. Адекватный перевод подобных материалов особенно труден. В этом контексте анализ таких материалов представляет собой важную педагогическую задачу, прежде всего с точки зрения формирования необходимых компетенций будущих переводчиков и других сотрудников, работающих как за границей, так и в России.

Агрессия, в том числе и речевая, является одной из составляющих противодействия добра и зла, терпимости (толерантности) и нетерпимости (интолерантности). Необходимость исследования этой проблемы обусловлена ее включенностью в социальный контекст, так как именно общество выполняет функцию регулятора разнообразных проявлений данного феномена. В самом общем виде речевую агрессию можно определить как грубое, оскорбительное, обидное общение; словесное выражение негативных эмоций, чувств или намерений в неприемлемой в данной речевой ситуации форме: оскорбление, угроза, грубое требование, грубый отказ, обвинение, насмешка [5].

Речевая агрессия – это сфера речевого поведения, которая мотивирована агрессивным состоянием говорящего. Можно говорить о двух вариантах проявления случаев речевой агрессии в текстах. Во-первых, автор прямо призывает адресата к агрессивным действиям. Во-вторых, автор подачей предмета речи вызывает или поддерживает агрессивное состояние адресата.

Интерес лингвистов на протяжении нескольких лет к речевой агрессии вызван тем, что при отсутствии действенных сдерживающих механизмов в

современном обществе, речевая агрессия активно проникает в общественную, политическую сферы общества, в СМИ. Следовательно, и в подготовке переводчиков этот аспект должен найти адекватное отражение. Проведем содержательный анализ данного феномена в интересах решения задачи повышения эффективности обучения переводчиков.

Феномен речевой агрессии как явление языковой системы рассматривается как нарушающее экологичность политического дискурса и приводящее к распознаванию речевого воздействия в политике [4].

В основе речевой агрессии, с точки зрения прагматики, лежит одностороннее эмоциональное негативизирующее речевое воздействие на адресата (суггестия). При использовании речевой агрессии, отправитель высказывания делает ставку на эмоциональное воздействие.

Средства объективизации речевой агрессии наиболее ярко возможно проследить на примере политических предвыборных дебатов, освещаемых СМИ в США и Великобритании.

Для того чтобы в ходе политической борьбы понизить статус противников, политики часто прибегают к стратегии дискредитации. При этом речевая агрессия реализуется путем использования приемов коммуникативного давления: оскорбления, угрозы, шантажа и т. д. Внутри же речевого акта наблюдается иллюкативная борьба нескольких сил – констативной (использующей конкретную коммуникативную ситуацию), перформативной (убеждающей адресата в соблюдении отправителем норм коммуникативного поведения) и перверсивной (снижающей социальную значимость адресата на самом деле) [2].

Так, хотелось бы привести несколько примеров агрессии в американских СМИ, направленной на действующего президента США Б. Обаму, решившего участвовать в выборах и пойти на второй срок:

«...When Germany's Angela Merkel is Washington on Tuesday, President Obama should ask her to explain how her country manages to succeed with jobs and exports despite high taxes and welfare, says Leslie H. Gelb» (Associated Press, 6 June 2011).

В данном примере мы наблюдаем критику в адрес Обамы, практически признание его некомпетентности в деле управления страной, упрека [?] в том, что он предпринимает не те действия, которые следовало бы, и вообще «ему следует поучиться у женщины», как нужно управлять страной.

Наиболее частыми примерами проявления агрессии, на наш взгляд, являются коммуникативная перверсия, основными типами которой по Кусову [2] являются следующие стратегии речевого поведения:

а) диффамация – публичное распространение сведений, порочащих кого-либо, например: *«We are all suffering under Obama's economy...»(Fox News, 13 April 2012);*

б) вербальная дискриминация – выражение в речи своего отличия и превосходства по расовым и иным признакам. Например, на призыв Б. Обамы повысить налоги на доходы состоятельных людей, когда он сказал: *«...It's time to apply the same rules from top to bottom: no bailouts, no*

handouts, and no copouts. An America built to last insists on responsibility from everybody...», – практически все политики отреагировали негативно, и даже агрессивно. Не стал исключением и наиболее вероятный претендент на участие в выборах в качестве кандидата на роль президента США Митт Ромни: «...*Mitt Romney, the multi-millionaire Republican presidential hopeful under fire this week for his own membership of that elite, said it was “shameful” for a US President «to use the State of the Union to divide our nation...»*» (*The New York Times*, 24 January 2012).

В данном случае, речевая агрессия возникает как особое намерение – целенаправленное желание говорящего нанести коммуникационный урон адресату (унизить, оскорбить, высмеять и т. п.), и как реализация таким «запрещенным» способом своих потребностей (самоутверждения, самозащиты, самореализации и др.). Наряду с дискредитацией противника политику также необходимо повысить свой статус;

в) вербальная дискредитация – подрыв авторитета, умаление значения кого-либо, подрыв доверия.

Так, например, Дик Чейни, бывший вице-премьер США назвал в ходе предвыборной гонки действующего президента Обаму «полной катастрофой для страны» в интервью Fox News: «...*He has been an unmitigated disaster to the country...»*, *Cheney said of Obama (FoxNews, 12 April 2012)*.

Назвав Обаму «полной катастрофой для страны», Чейни прямо наносит оскорбление действующему президенту, откровенно заявляя о своем мнении, о политике президента за весь срок правления страной. Использование эмоционально окрашенной лексики в речи несомненно увеличивает силу воздействия на воспринимающего информацию. Как известно, информационное воздействие языка на человека очень велико. Оно может носить положительный или отрицательный заряд в зависимости от целевой установки.

В качестве еще одного такого примера хочется привести отрывок из одной статьи, направленной снова против Обамы и его работы в качестве президента США:

• «...*The Republican Governor of Indiana Mitch Daniels attacks President Obama’s financial policies following the state of the Union address, accusing him of making the fiscal crisis «radically worse...»*.

• «...*In response to the president’s State of the Union address to Congress, Indiana Governor Mitch Daniels said the US was spending too much and called Barack Obama’s economic polices «a grand experiment in trickle-down government...»*

• «...*«He was elected on a promise to fix them. And he cannot claim that the last three years is anything but worse» the Indiana Governor said (The New York Times, 24 January 2012)*.

В данном случае стратегия дискредитации реализуется с помощью следующих тактик: *анализ-минус, обвинения, упреки, констатация некомпетентности, признание чужой точки зрения или действий неправильными;*

г) вербальная инсинуация – создание предпосылок негативного восприятия социального имиджа кого-либо, например:

• «...*Mr Romney, the long-term national front-runner for the Republican nomination to face Mr Obama, promised to lead America down a very different road if he was elected in November*» (*The Guardian*, 13 April., 2012).

• «...*This election is a choice between two very different destinies*», he said in a major speech delivered on the primary campaign trail in Tampa, Florida». (*The Guardian*, 13 April, 2012).

Митт Ромни также применил стратегию повышения личного статуса в политических интервью, отметив, что, если его выберут президентом, то он поведет страну в другом направлении, более правильном, тем самым предопределив негативное восприятие гражданами страны Обамы, в случае если он будет избран на второй срок.

Часто эмоциональная направленность и агрессивность с целью привлечения внимания читателей и слушателей в большей степени проявляется в заголовках статей английских и американских СМИ. Языковые особенности заголовков английской и американской газет обуславливаются их функциональным значением – кратко изложить содержание заметки возможно более сенсационном виде, например:

• «*Mitt Romney asserted his authority over Newt Gingrich in a Republican presidential debate on Thursday night, aggressively turning the former House Speaker's own attacks against him in advance of the crucial primary election in Florida* (*Independent*, 27 January 2012)»

• «*US election 2012: Mitt Romney accuses Newt Gingrich of "highly-personal attacks"*» (*Independent*, 27 January 2012).

Создатели текстов СМИ (осознанно или неосознанно) избирают средства и способы вербализации, которые в наибольшей степени соответствуют тому взгляду на событие, который журналист хочет сформировать у аудитории [1:96], и при этом они используют усилительную, эмоционально заряженную лексику.

Квалифицировать любое высказывание с точки зрения проявления в нем агрессии возможно только в том случае, если мы опираемся на *контекст* речевой ситуации, т. е. анализируем *конкретные* условия общения: место, время, состав участников, их намерения и отношения между ними.

Некоторые ученые считают, что существует зависимость речевой деятельности от особенностей психического состояния человека, а именно – состояния эмоциональной напряженности. Отмечается, что одной из характерных особенностью выбора слов в речи в состоянии эмоциональной напряженности является снижение словарного разнообразия по сравнению с речью людей в обычном состоянии. Словарь характеризуется стереотипностью, возрастает спонтанная активность говорящего, отбираются такие лексические единицы, которые наиболее привычны в идиолекте данного индивида.

В частности, использование инвективной (сниженной) лексики способствует психологической разрядке. Определенная часть инвектив могла бы характеризоваться как такая подгруппа лексики, которая в словарях

обычно помечается как «нецензурная». Однако в последние время в статусе инвективной лексики произошли серьезные изменения, которые в значительной мере лишают эту помету смысла. Еще более важно, что даже в цивилизованных культурах европейского типа часть инвективной лексики никогда не табуировалась, оставаясь относительно приемлемой в большинстве ситуаций и социальных групп; разумеется, приемлемой в той мере, в которой позволительно говорить о «приемлемости» агрессии вообще и словесной агрессии – в частности.

Приведем пример из одной статьи, выложенной в сети Интернет, написанной Морин Доун (Maureen Down) под названием «Aggressive Female Politicians Are Mean, Using The Word “Whore” Is Not», которая ведет речь о женщинах-политиках – представительницах республиканской партии. Говоря об агрессивности женщин-политиков, она заключает: «Why not just call them bitches?». Как мы видим, ее совершенство не смущает употребление такого жаргонизма как *bitches*, более того, в статье одну из женщин политиков обозвали таким «нецензурным» словом как *whore*. А глава Калифорнии при этом без тени сомнения признал, что это высказывание *самое подходящее* – «*whore*» was an apt description.

• «...*She writes this column only a week after Meg Whitman was called a whore – and – after the California NOW chief said «whore» was an apt description»* (The Guardian blog, 18 October 2010).

Ивектива, как правило, носит культурно обусловленный характер. Поэтому соотношение *кодифицированный – некодифицированный (разрешенный – неразрешенный)* всегда национально-специфично. То, что в одной культуре можно определить как «слабо кодифицированное», в другой культуре является некодифицированным, категорически запрещенным в любой ситуации. Однако в политических дебатах политики не гнушаются использованием и снижением лексики.

Характеризуя современный медийный дискурс, ученые отмечают его экспрессивный и оценочный характер, информационную и воздействующую функцию, которая создается особой языковой тканью, сочетанием экспрессии и стандарта. А усиление демократических тенденций в обществе и языке привело к укреплению позиций разговорной речи, к усилению разговорной составляющей вербальной коммуникации [3:56]. Главным атрибутом языка современных СМИ стала «свобода» речи.

Исследование речевого воздействия представляет интерес с точки зрения целого ряда научных дисциплин и проводится при решении многих прикладных задач, в частности, повышения эффективности подготовки переводчиков. Общественный интерес к проблеме манипулирования с помощью СМИ ставит вопрос о более глубоком анализе текстов предвыборных дебатов и текстов СМИ в процессе практического обучения.

Таким образом, представленная методика анализа артефактов речевой агрессии представляет собой весьма важную составляющую подготовки профессиональных переводчиков. Значима она, прежде всего, с позиций практического освоения навыков перевода как устной речи, так и опубли-

кованных источников общественно-политической, правовой, хроникальной, криминальной направленности. Целесообразно включение данной тематики в программы обучения в виде цикла практических занятий.

Список литературы

1. *Кобозева, М. А.* Реализация речевой стратегии «репрезентация события» с сопутствующим метакомментарием / М. А. Кобозева // Материалы 7-й международной научно-практической конференции «Найновите постижения на европейската наука» 17–25 июня. Том 21. Филологически науки. – София: «Бял ГРАД БГ» ООД, 2011. – 96 с.

2. *Кусов, Г. В.* Оскорбление как иллокутивный концепт: Автореф. ... канд. филол. наук. – Волгоград, 2004. – 27 с.

3. *Петрова, Н. Е.* Язык современных СМИ: средства речевой агрессии: учеб. пособие. 1-е изд. / Н. Е. Петрова, Л. В. Рацибурская. – М. : Флинта: Наука, 2011.

4. *Шамне, Н. Л.* Речевая агрессия как нарушение экологичности политического дискурса / Н. Л. Шамне, А. В. Карякин // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. – 2011. Сер. 2. Языкозн. – № 1 (13).

С. В. Акимов, Г. В. Верхова

МНОГОАСПЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

E-mail: akimov-sv@yandex.ru

Современным специалистам в различных областях знаний постоянно приходится иметь дело со сложными системами и объектами, рассматривая их под разными углами зрения, сравнивать объекты и группы объектов по нескольким критериям, проектировать новые системы и модернизировать существующие. Они вынуждены постоянно взаимодействовать как со своими коллегами, так и со специалистами из других, часто весьма отдаленных областей знаний, вырабатывать компромиссные решения, действовать в условиях недостаточной информации. Современные экономические реалии требуют выработки конкурентоспособных решений в кратчайшие сроки. Для обеспечения всего этого, современные специалисты должны быть вооружены соответствующими инструментами, дающими возможность генерировать несколько вариантов решений, оценивать решения по нескольким критериям и выбирать те из них, которые в максимальной степени удовлетворяют условиям решаемых задач. Основой такого инструмента должен стать контур, обеспечивающий моделирование объектов реального мира вкупе со знаниями и поведением экспертов. В основу такого контура

моделирования должен быть положен особый вид моделей, обеспечивающих многоаспектное представление знаний о моделируемых объектах.

К настоящему моменту практически для всех явлений и объектов реального мира существуют математические и компьютерные модели, которые позволяют выполнять исследования, путем проведения компьютерного эксперимента. Широкое распространение получили системы компьютерного моделирования общего назначения, которые позволяют для определенного класса объектов и явлений проводить компьютерное моделирование, не прибегая к явному созданию математических моделей и написания компьютерных программ их реализующих. В наиболее развитых из этих систем моделирования широко используются параллельные вычисления, которые становятся все более актуальными в связи с появлением мультиядерных процессоров, распространению grid-технологий и облачных вычислений.

Несмотря на достигнутые успехи, существует и ряд нерешенных проблем и не проработанных должным образом вопросов:

- несмотря на реализацию в современных пакетах компьютерного моделирования возможности создания параметризованных моделей объектов, реализованной с той или иной степенью полноты и удобства использования, общая теория параметризации отсутствует;

- отсутствует общая теория многоаспектного моделирования и, как следствие, отсутствуют компьютерные системы, позволяющие гармонично представлять исследуемый объект во всей полноте, обеспечивая удобные переходы и отображение связей между различными уровнями и аспектами;

- отсутствуют системы компьютерного моделирования общего назначения, позволяющие интенционально задавать морфологическое множество, а, следовательно, моделировать не отдельно взятый объект, а целый класс объектов. Некоторые попытки создания в современных системах компьютерного моделирования специальных «мастеров» не могут считаться удовлетворительным решением данной проблемы. Такие «мастера» создаются стихийно для отдельных, не очень сложных объектов, и ввиду отсутствия общей теории и какой-либо унификации не позволяют создавать сложные объекты с иерархическими связями, а также, отсутствует возможность их повторного использованию в других системах;

- отсутствуют системы компьютерного моделирования общего назначения, нацеленные на структурно-параметрический синтез системных объектов.

Классические математические модели, являющиеся системами интегро-дифференциальных или алгебраических уравнений, не содержат в явном виде знаний о структурно-функциональных свойствах объектов, ограничиваясь лишь представлением естественных процессов, протекающих в моделируемых объектах. Такие модели не содержат и многие другие виды знаний. Эти модели являются одноаспектными, и тем самым принципиально не отличаются от моделей естественных наук. Но суть технических объектов требует введения в модели многоаспектности, представлении моделью

в явном виде знаний о структурно-функциональных свойствах моделируемых объектов, возможность генерации структурных решений и выбора решения, лучше всего удовлетворяющего условиям поставленной задачи. Это возможно лишь путем включения в математические модели технических объектов формализмов, используемых в современных информационных технологиях (объектно-ориентированных моделей, инженерии знаний, искусственного интеллекта и экспертных систем), теории исследования операций, математического программирования и теории принятия решений.

Данный доклад посвящен созданию многоаспектных моделей, которые должны стать основой многоаспектного информационного пространства анализа, проектирования и управления (рис. 1). Ядро многоаспектного информационного пространства составляют комплексные и интегративные модели.

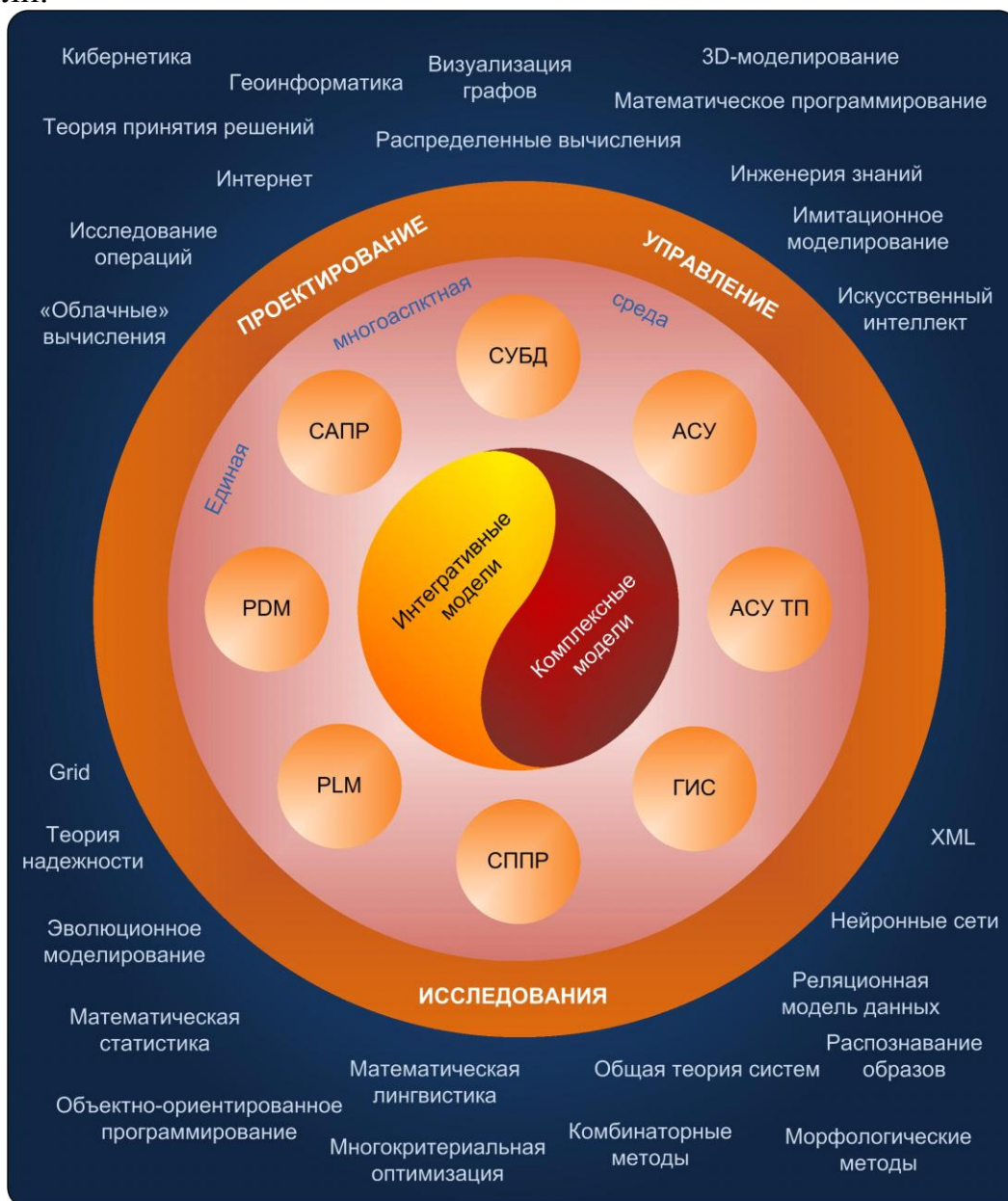


Рис. 1. Единое многоаспектное пространство проектирования и управления

Комплексная модель – это системологическая модель, в которой представлены различные виды знаний об объекте, традиционно описываемые математическими моделями, относящимися к различным классам [1, 2]. Комплексная модель отражает различные аспекты отдельно взятого объекта и системные аспекты класса объектов. Таким образом, комплексная модель описывает класс объектов на уровне системных аспектов и отдельно взятый объект на уровне всех аспектов, подлежащих рассмотрению и для которых имеются обеспечивающие их формализмы.

Комплексная модель призвана объединить множество математических и компьютерных моделей, представляющих различные аспекты объектов, в единое целое. Комплексные модели не подменяют другие типы моделей (на основе уравнений математической физики, имитационные, статистические модели), они являются своеобразной надстройкой над ними. Таким образом, теория комплексных моделей должна изучать следующие вопросы:

- сведение информационных моделей, описывающих различные аспекты объекта в единую систему;
- установление связей между информационными моделями и предсказательными моделями (математической физики, имитационных, статистических);
- разработка механизмов манипуляции информационными моделями без обращения к предсказательным моделям (нахождение объектов отвечающих определенным требованиям, определение совместимости между объектами, комплексирование объектов), включая многокритериальный и интеллектуальный поиск, учет совместимости объектов.

Интегративная модель – это наиболее полная системологическая модель класса объектов, содержащая знания, как об анализе, так и о синтезе объектов, принадлежащих рассматриваемому классу [3]. Интегративная модель – это оптимизационная многокритериальная модель со структурно-параметрическим управлением. Интегративная модель – это наиболее полная модель некоторого класса объектов, содержащая механизмы формализованного представления ТЭТ, заданное интенционально множество структурно-параметрических решений, методы вычисления всех интересующих характеристик объекта и алгоритм решения многокритериальной оптимизационной задачи. Интегративная модель строится на основе различных видов формализмов: математического анализа и линейной алгебры, математического программирования, теории многокритериальной оптимизации, инженерии знаний, теории алгоритмов, технологии программирования и информационных технологий. Таким образом, теория интегративных моделей должна обеспечить:

- создание методов интенционального представления множества альтернативных структурных решений (морфологическое множество), инвариантных типу моделируемых объектов;

–организация поиска на множестве структурных решений (морфологическом множестве);

–организацию вычисления характеристик и целевой функции синтезируемых объектов с использованием внешних систем компьютерного моделирования (с привлечением механизмов комплексных моделей).

Как комплексные, так и интегративные модели являются многоаспектными моделями, для реализации которых используются различные классы формализмов: системы математических уравнений, математическая логика, теория графов и гиперграфов, инженерия знаний, математическое программирование, методы многокритериальной оптимизации, методы теории принятия решений, технология искусственного интеллекта; и таким образом, многоаспектные модели реализуются в виде многомодельных компьютерных систем.

В работе принята точка зрения, что в качестве средства реализации многоаспектных моделей в виде программных комплексов необходимо рассматривать не отдельно взятый алгоритмический язык (C++, Java, C#, PHP), а платформу (.NET, J2EE). Это связано с тем, что при создании современных программных приложений интенсивно используется целый ряд тесно связанных технологий: объектно-ориентированное программирование, реляционные базы данных, объектно-реляционное преобразование, технология XML, средства создания пользовательских интерфейсов, сетевые технологии и т.д.

Создание среды многоаспектного моделирования общего назначения будет способствовать дальнейшему усилению междисциплинарных связей, являясь связующим звеном, облегчающим коммуникации между исследователями и специалистами в различных областях знаний; будет способствовать выявлению новых зависимостей между различными аспектами и новых системных свойств исследуемых объектов; послужит дальнейшей интеграции научно-технических знаний.

Список литературы

1. *Акимов, С. В.* Автоматизированная система комплексирования радиоэлектронных средств на основе комплексных моделей электронных модулей / С. В. Акимов, Н. П. Меткин // Вопросы радиоэлектроники. Серия «Общетехническая», выпуск 1. – 2012. – С. 191–199.

2. *Акимов, С. В.* Многоаспектная модель структурно-параметрического синтеза системных объектов / С. В. Акимов, Н. П. Меткин // Вопросы радиоэлектроники. Серия «Общетехническая», выпуск 1. – 2012.– С. 178–190.

3. *Акимов, С. В.* Четырехуровневая интегративная модель для автоматизации структурно-параметрического синтеза / С. В. Акимов // Труды учебных заведений связи / СПбГУТ. – СПб., 2004. – № 171. – С. 165–173.

*М. В. Абатурова, В. А. Бабошин,
А. С. Гузарев, Е. Н. Узримова*

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В СРЕДЕ OMNET++

Россия. Санкт-Петербург. ОАО «НИИ «Рубин»

E-mail: boboberst@mail.ru

Система связи специального назначения (СССН) предназначена для обеспечения своевременного, достоверного и безопасного обмена информацией в интересах спецпотребителей. Она является мультисервисной сетью и строится на основе специальных аппаратно-программных комплексов, а также с использованием каналов и трактов, образованных оборудованием сетей связи министерств (ведомств) и операторов связи ЕСЭ РФ [1, 2].

Имитационное моделирование СССР позволяет проводить оценку параметров оборудования, а также характеристик функционирования отдельных ее элементов и сети в целом. Использование имитационных моделей существенно ускоряет процесс разработки и повышает качество проектирования вновь создаваемых сетей связи, а также позволяет априори определить качество предоставления услуг должностным лицам системы управления и на действующих сетях.

В предлагаемой модели в качестве среды имитационного моделирования выбрана система OMNeT++, обеспечивающая инфраструктуру и инструменты для написания модели сети любой сложности [2]. Выбор данного решения связан: с его универсальностью; удобством графического интерфейса; наличием большого количества предопределенных модулей; возможностью написания собственных модулей для реализации специфических процедур; наличием функции изменения параметров во время моделирования; кросс-платформенностью и доступностью в рамках лицензии GNU GPL [3].

Объектом моделирования является внутриобъектовая сеть связи СН, построенная по классической топологии сетей на базе технологии Ethernet.

Основу комплексной модели сети составляют имитационные модели основных элементов сети: узлов (коммутаторы; маршрутизаторы), каналы связи; оборудования доступа к ресурсам сети (узлы абонентского доступа); каналы абонентского доступа; терминальное оборудование. Внешняя нагрузка представлена сетевыми потоками данных различного вида услуг: громкоговорящая связь, оповещение (трансляция команд), трансляция художественных программ, телефонная и видеотелефонная связь, аудио – и видеоконференцсвязь. В качестве глобальных исходных данных используется: время моделирования; скорость передачи данных в каналах сети; размер сообщения; закон распределения объема переданных данных; интен-

сивность поступления заявок на тот или иной вид услуг.

Терминальное оборудование представлено моделью клиента NetClient, генерирующего передачу данных, аудио- и видеоинформации и включенной в классическую архитектуру «клиент-сервер». Модель сервера NetServer аналогична реализации модели клиента, но они отличаются функциями модулей VideoApp, VoiceApp и DataApp. В модели клиента эти модули являются генераторами запросов на передачу видео, аудио и данных соответственно и реализуют функции обмена информацией. В модели сервера данные модули обеспечивают выбор маршрута обмена на основе маршрутной информации и предоставление необходимого ресурса пропускной способности, описанного канальными модулями NetKan. Модели клиента и сервера учитывают основные параметры стека протоколов TCP/IP (TCP, UDP, Ethernet и др.) в зависимости от моделируемой услуги, модели протоколов описаны в стандартной конфигурации среды OMNET++.

Оборудование доступа к ресурсам сети описывается моделью маршрутизатора, являющейся стандартной компонентой библиотеки моделей OMNET++. Основными параметрами модели маршрутизатора являются: количество интерфейсов, количество портов маршрутизатора, тип узла, таблица маршрутизации и параметры сетевых интерфейсов (NNI, Network-Network Interface). Модель протоколов маршрутизации (OSPF, RIP) имеется в библиотеке моделей OMNET++, но в предлагаемой модели реализуется статическая маршрутизация, т. е. маршруты задаются в явном виде в конфигурации маршрутизатора. Данное решение обосновано небольшой размерностью задачи и тем, что в час наибольшей нагрузки в случае динамического изменения характеристик сети статическая маршрутизация является квазиоптимальной.

Модель коммутатора также является компонентой библиотеки моделей OMNET++ и характеризуется следующими параметрами: таблица адресов и ее максимальный размер, максимальное время ожидания входа, количество процессоров (CPU), время обработки одного протокольного блока данных, количество и размер буферов, продолжительность паузы (указывается в единицах времени передачи минимального протокольного блока данных). Данные параметры задаются при компиляции модели и могут изменяться в процессе моделирования.

Для реализации особенностей среды передачи разработаны оригинальные модели оптоволоконного и медного кабелей, соответствующие первому уровню модели OSI/ISO и отражающие характеристики свойственные обоим типам кабелей. В частности, в моделях учитывается Bit Error Rate (BER) – вероятность битовой ошибки, в контексте модели это понятие эквивалентно понятию вероятности ошибки («интенсивности битовых ошибок») или «битовый коэффициент ошибки»), а также Packet Error Rate (PER) – частота ошибок при передаче стандартных пакетов. Параметрами модели также является битовая скорость передачи данных, а также время

распространения сигнала по кабелю, которое является случайной величиной, подчиняющейся нормальному закону распределения.

В ходе процесса моделирования осуществляется сбор статистик (время установления и длительность сеанса связи, распределение времени задержки пакетов, вероятность битовой ошибки и ошибок при передаче стандартных пакетов и т. д.), которые могут быть представлены как в графической, так и в табличной формах, кроме того, реализована возможность управления информационными потоками для создания внештатных ситуаций в сети.

Разработанная стратегия сбора и анализа значений основных характеристик позволяет априори оценить качество функционирования сети и локализовать места возможных неполадок, получить средневзвешенные оценки качества предоставления услуг и функционирования сети в целом.

Следует отметить, что при построении математических моделей некоторых объектов необходимо описывать отдельные функциональные зависимости и процессы взаимодействия элементов весьма громоздкими математическими соотношениями. В то же время технологии имитационного моделирования позволяют исследовать объекты достаточно сложной структуры с большим количеством элементов, обеспечивают имитацию процессов взаимодействия элементов сложных систем. Поэтому имитационное моделирование целесообразно использовать в задачах исследования систем со сложной структурой, к числу которых и относятся сети связи специального назначения.

Проведенные эксперименты показали возможность использования предлагаемой модели для исследования процессов функционирования сети связи специального назначения, оценки их характеристик и эффективности механизмов предоставления услуг должностным лицам системы управления.

Список литературы

1. *Шерстюк, Ю. М.* Архитектура и основные направления развития автоматизированной системы управления единой информационно-телекоммуникационной системы / Ю. М Шерстюк // Телекоммуникационные технологии. – 2007. – Вып. 3.
2. Концептуальные положения по построению мультисервисных сетей на ВСС России: Версия 4 / Минсвязи РФ. – М., 2004.
3. OMNeT++ homepage. www.omnetpp.org.

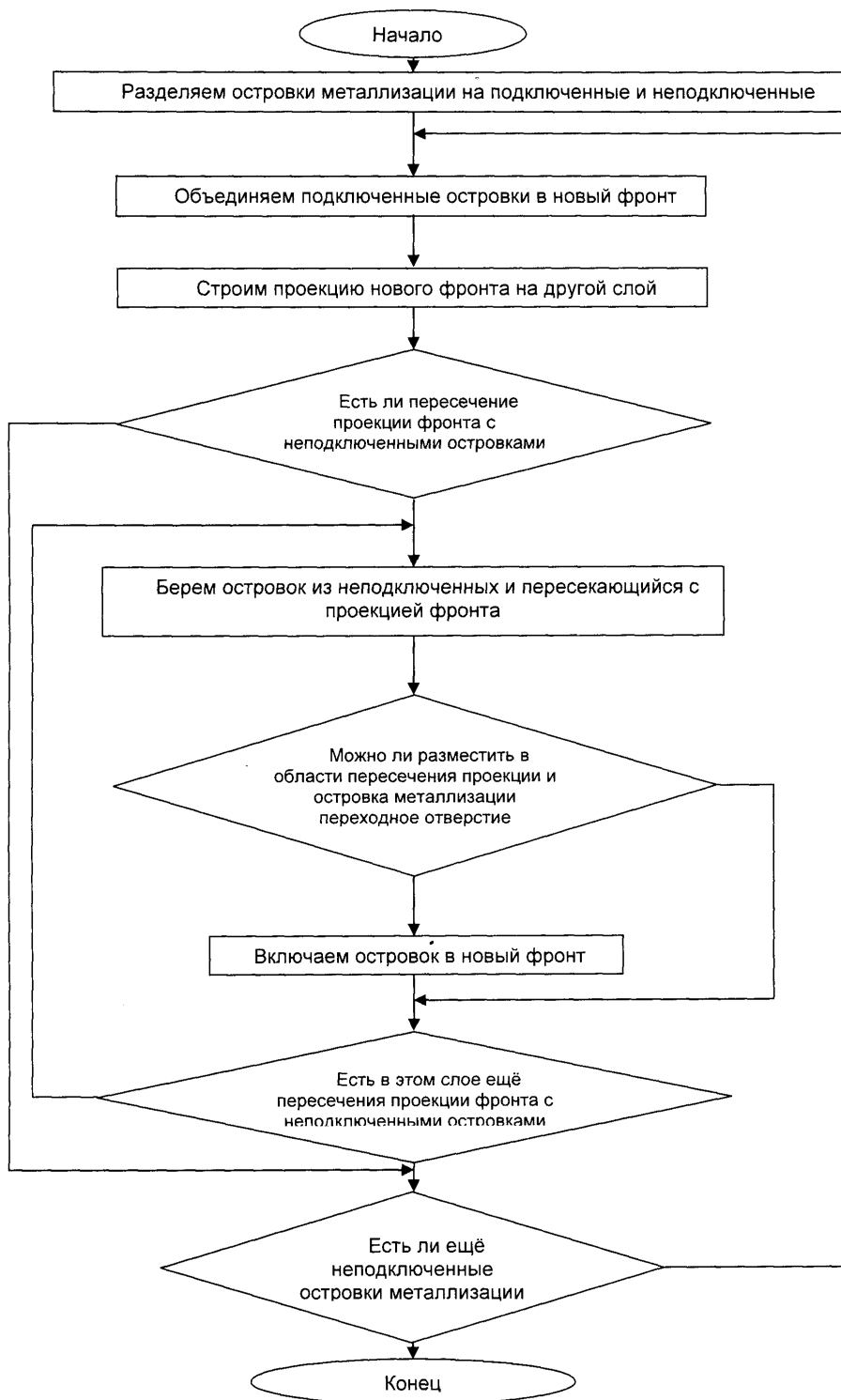
С. Ю. Муров

ОБЪЕДИНЕНИЕ ПОЛИГОНОВ НА РАЗНЫХ СЛОЯХ ДВУХСЛОЙНОЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

В сигнальных слоях печатной платы для цепей экранирования достаточно часто используют металлизированные области. Такие области часто оказываются изолированными друг от друга сигнальными проводниками и

контактами, в результате чего они превращаются в изолированные участки заливки (островки) металлизации. В случае наличия таких островков в соседних слоях печатной платы и если они подключены к какой-либо цепи, то островки изолированные на одном слое, с помощью межслойных переходов присоединяют к области металлизации другого слоя. Выполнение подобной операции вручную довольно трудоемко.

Алгоритм:



Пример.

На рис. 1 приведен фрагмент двухслойной печатной платы (а – верхний слой, б – нижний слой). Фрагмент содержит семь островков металлизации (четыре – на верхнем слое и три – на нижнем). Подключенным к соответствующей цепи является только островок № 1 (на нем имеется пара контактов).

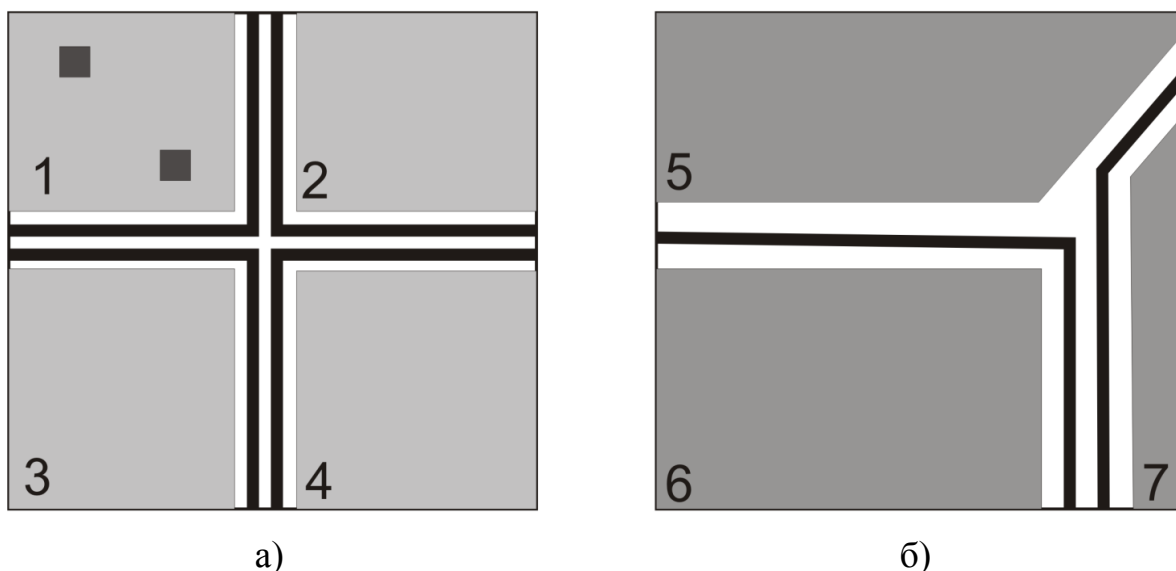


Рис.1. Фрагмент двухслойной печатной платы (а – верхний слой, б – нижний слой)

Согласно алгоритму на первой итерации во фронт помещается островок №1 и проверяется наличие пересечений проекции островка № 1 с неподключенными островками на нижнем слое. Проекция островка № 1 на нижний слой пересекается только с островком № 5 (на рис. 2, а область пересечения заштрихована). В области пересечения размещается межслойный переход. Островок № 5 помещается в «Новый фронт». Островки «Нового фронта» (островок № 5) исключаются из списка неподключенных и становятся островками текущего фронта.

На следующей итерации проверяется наличие пересечений проекции островка №5 с неподключенными островками на верхнем слое. Пересечение есть только с островком № 2 (на рис., 2, б область пересечения заштрихована).

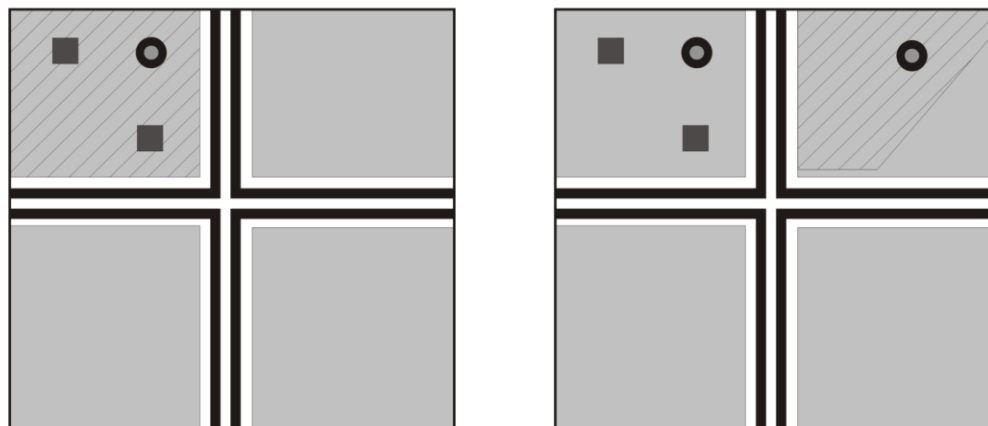


Рис.2. Подключение островков № 5 (а) и № 2 (б)

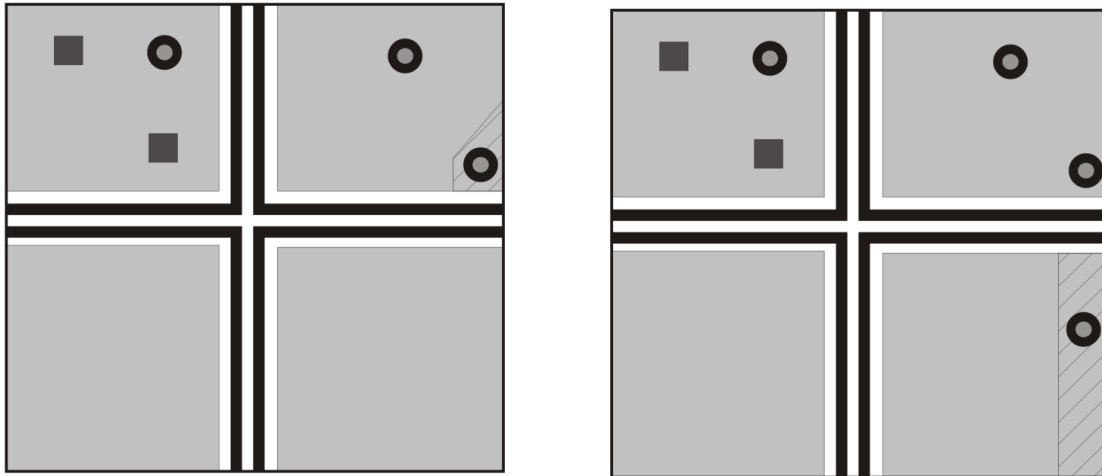


Рис.3. Подключение островков №7 (а) и №3 (б)

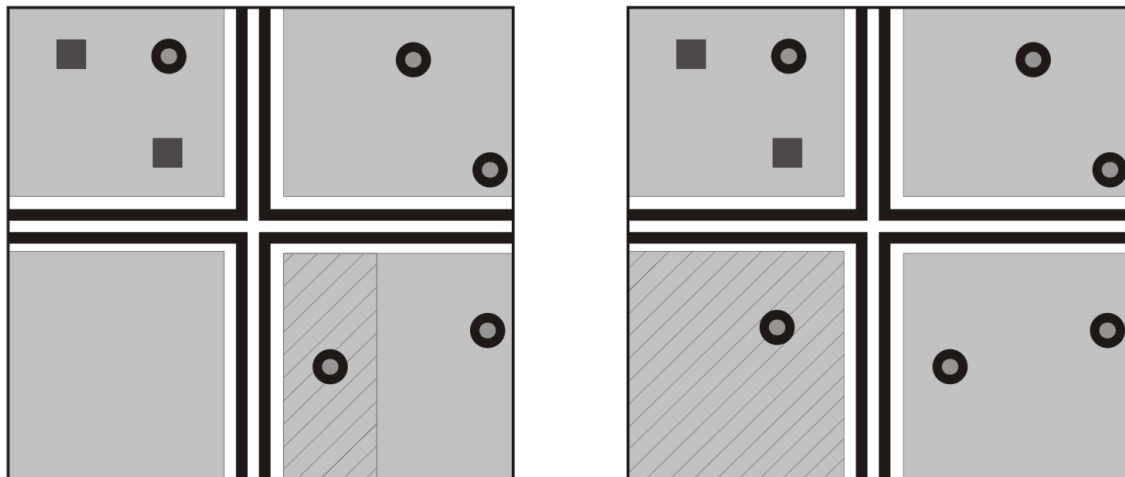


Рис.4. Подключение островков №6 (а) и №4 (б)

Далее, с островком № 2 соединяется островок № 7 (рис. 3, а), с островком № 7 – островок № 3 (рис. 3, б), с островком № 3 соединяется островок №6 (рис. 4, а), с островком № 6 – островок № 4 (рис. 4, б). Все островки подключены.

В приведенном алгоритме за условием «Можно ли разместить в области пересечения проекции и островка металлизации переходное отверстие» (межслойный переход) скрывается отдельная задача: найти радиус вписанной в область пересечения окружности и сравнить его с радиусом межслойного перехода.

Если область пересечения – выпуклый многоугольник, задача тривиальна (центр вписанной окружности – точка пересечения биссектрис углов многоугольника), но это может быть невыпуклый многоугольник и даже не обязательно один. Решение задачи нахождения максимального радиуса вписанной в невыпуклый многоугольник нетривиально. Можно построить триангуляцию области пересечения, но радиусы вписанных в треугольники окружностей будут малы (существенно меньше максимального радиуса

вписанной в многоугольник окружности), а описанные окружности могут выходить за границы области, поскольку стороны треугольников могут находиться на границе области (рис.5).

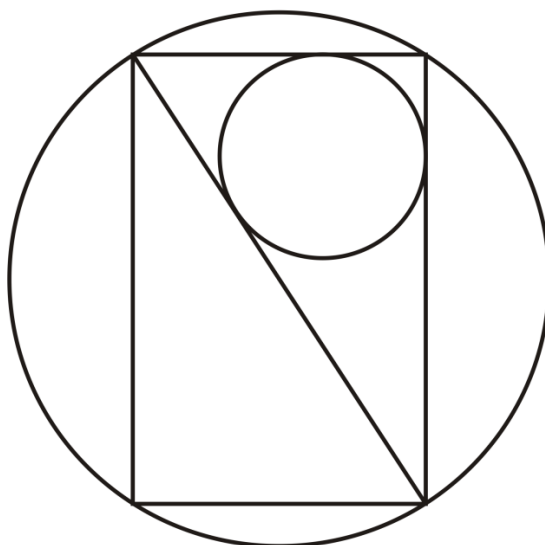


Рис. 5. Триангуляция прямоугольной области с вписанной в треугольную грань и описанной вокруг нее окружностями

В работе [1, с. 157] предложена структура разбиения плоскости, названная квазитриангуляцией, обладающая свойствами триангуляции Делоне, но вершинами которой служат не точки, а произвольно наклоненные отрезки (рис. 6).

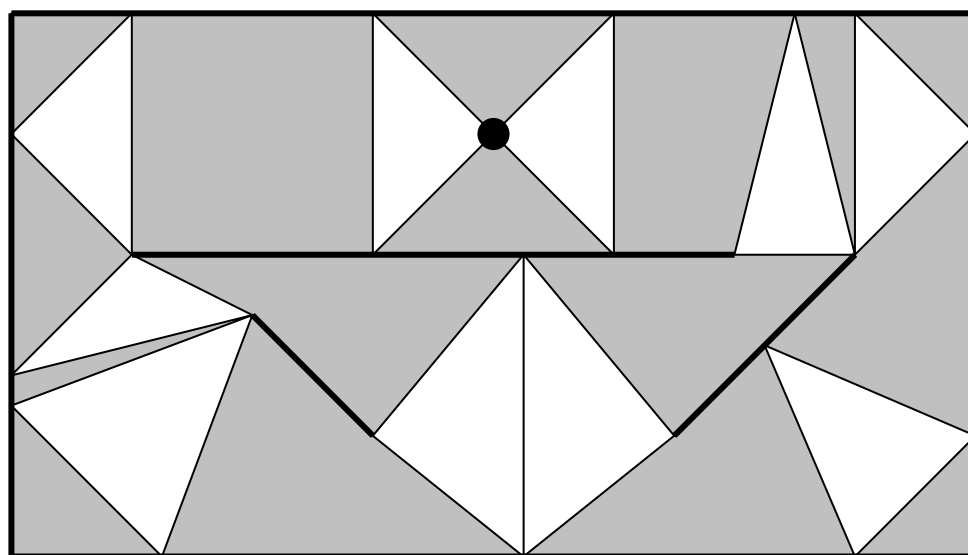


Рис. 6. Квазитриангуляция.
Черным цветом показаны отрезки топологии - квазивершины, серым - квазиребра, белым - грани

В квазитриангуляции стороны всех треугольных граней лежат внутри триангулированной области, в отличие от триангуляции. На границе области могут находиться только вершины треугольников. То есть, при использовании квазитриангуляции можно рассчитывать на нахождение большего радиуса вписанной окружности, чем при использовании триангуляции.

Чтобы определить, помещается ли в области пересечения межслойный переход, следует:

1. Для области пересечения островков построить квазитриангуляцию.
2. Для каждой треугольной грани найти центр описанной окружности. (Центром описанной окружности будет являться точка пересечения серединных перпендикуляров к сторонам треугольника.)
3. Если для какой-либо грани радиус описанной окружности не меньше радиуса межслойного перехода, восстановить перпендикуляры к сторонам границы области, на которых расположены вершины грани.
4. Если длина меньшего перпендикуляра не меньше радиуса межслойного перехода, то переход может быть установлен без нарушения конструктивно-технологических нарушений.

На рис. 7 представлены квазитриангуляция области, показанной на рис. 5. Вершинами квазитриангуляции являются стороны прямоугольной области. Описанная вокруг грани окружность выходит за границы области, но концентрическая окружность со скорректированным радиусом уже целиком находится внутри области. Соответственно, если радиус скорректированной окружности не меньше радиуса межслойного перехода, то последний вписывается в область без нарушений конструктивно-технологических ограничений.

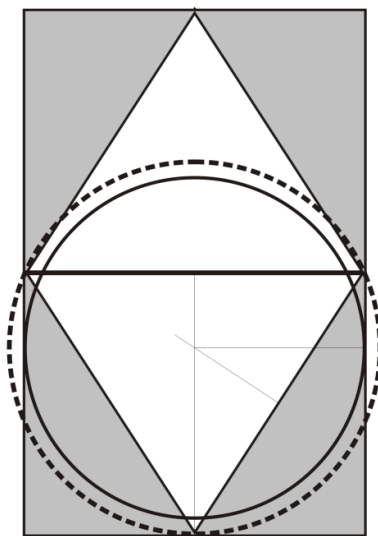


Рис. 7. Квазитриангуляция прямоугольной области с описанной вокруг треугольной грани окружностью (пунктир) и вписанной в прямоугольник окружностью

Таким образом, в статье предложен метод решения задачи подключения максимального числа изолированных островков металлизированных областей одной цепи, расположенных на разных слоях печатной платы.

Список литературы

1. *Лузин, С. Ю.* Модели и алгоритмы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры / С. Ю. Лузин, Ю. Т. Лячек, Г. С. Петросян, О. Б. Полубасов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 224 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Н. А. Яковенко, В. С. Сморщевский, А. А. Епифанов УЧЕБНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	8
Н. А. Шабалина ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ	13
А. М. Чуднов, А. В. Овчинников ПОСТАНОВКА И ДЕКОМПОЗИЦИЯ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ПОМЕХ	18
В. В. Фицов СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И НФОКОММУНИКАЦИОННОГО ТРАФИКА И ЕГО ГЕНЕРАЦИЯ ПРИ НАГРУЗОЧНОМ ТЕСТИРОВАНИИ СЕТЕВЫХ УСТРОЙСТВ	24
Б. С. Каменецкий РАЗРАБОТКА СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ В УСИЛЕННОМ СМЫСЛЕ М-ИЧНЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ МНОГОЧАСТОТНЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ.....	29
П. В. Миненков, А. В. Наливаев, Д. И. Кирик ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ОПЕРАЦИЙ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЙ	33
В. Ю. Садовников ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ТЕРМИНАЛА С СЕТЬЮ АВС ПРИ ДОСТУПЕ К ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫМ УСЛУГАМ.....	38
И. Г. Ковалев	45
МЕТОД КОМПОЗИЦИИ ЧАСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЗАДАЧЕ ТИПИЗАЦИИ СИТУАЦИЙ В УПРАВЛЕНИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ.....	45
В. Д. Боев, Р. А. Моисеев ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ СВЯЗИ.....	50
Л. К. Птицына НЕЙРОФОРМАЛИЗАЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА СЕТЕВЫХ ИНФРАСТРУКТУР	55
Ю. Т. Бутыльский, П. С. Зернов АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ ГИБРИДНОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЧИ В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ	58
В. А. Ачкасова, И. Г. Чередов, Д. В. Шутман ИНТЕГРАЦИЯ ГУМАНИТАРНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	64
Э. В. Крыжановский, А. Г. Григорян, А. В. Чистов РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ САМОРЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛЕЧЕБНО-РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ИГР.....	70

Н. А. Загустина, С. В. Гурин, Я. Н. Машковская, Ф. М. Соколова, Н. Е. Иванова ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ «КСИ-МЕД» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫБОРА СРЕДСТВ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С НЕЙРОПАТОЛОГИЯМИ	75
К. А. Суворов, А. Б. Степанов ЕМКОСТНАЯ КЛАВИАТУРА КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ	80
Е. А. Лахтеева ИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КРОУНОСКОПИИ В РАБОТЕ ВРАЧА.....	81
Слесарев В. И., Данилов А. Д. ВОДА И ЯВЛЕНИЕ «АКВАКОММУНИКАЦИЯ» – ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОСНОВА АКВАПАРАДИГМЫ МЕДИЦИНЫ	84
А. Г. Алексеев, Ю. А. Герасимов, Т. Г. Безъязыкова, М. С. Басс, И. В. Шамьюнова ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ СТРЕССЕ И ИХ КОРРЕКЦИЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ.....	86
А. Д. Сотников, О. Д. Дмитриенко ОСОБЕННОСТИ ПРИНЯТИЯ МЕДИЦИНСКИХ РЕШЕНИЙ	88
А. Б. Яворский БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ С ДЦП ДО И ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИОННО-РАЗГРУЖАЮЩЕЙ ПОЛИСЕНСОРНОЙ КОРРЕКЦИИ	94
А. Б. Яворский ОСОБЕННОСТИ ПОЗЫ И ЛОКОМОЦИИ У БОЛЬНЫХ С ДЦП ДО И ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИОННО-РАЗГРУЖАЮЩЕЙ ПОЛИСЕНСОРНОЙ КОРРЕКЦИИ.....	95
Д. К. Матиящук, С. Н. Матиящук, А. Б. Степанов ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ ДАТЧИКОВ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЕРА MSP430 И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УСТАНОВКИ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ.....	97
А. И. Крашенюк, Г. Н. Дульнев, С. Е. Постнов, Л. П. Семихина, С. В. Крашенюк, П. А. Ефимов, А. А. Бойцова ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ ВОДЫ – БИОФИЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРОЦЕССОВ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ.....	101
Б. А. Дудич ОБЪЕКТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЖГУТИКОВ	114
А. А. Марченков, А. А. Лубянников СОВРЕМЕННЫЕ АППАРАТНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗМА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО- ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА	116
С. А. Панов ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЖГУТИКОВ	125
К. В. Квашнева ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ МОЛОЖОГО ВОЗРАСТА ПРИ СОВМЕЩЕНИИ УЧЕБНОЙ И ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	128

А. А. Меклер, Д. Р. Шварц, С. П. Романов, З. А. Алексанян, Ю. А. Куперин ВЫДЕЛЕНИЕ УЧАСТКОВ СПЕКТРОВ ТЕНЗОТРЕМОРОГРАММ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ КАРТ КОХОНЕНА	138
L. Petrov, A. Alexandrova, Z. Zsheliaskova-Koynova, I. Achkakanov, P. Atanasov TELEMETRIC PHYSIOLOGICAL AND NON-INVASIVE BIOCHEMICAL INDEXES IN AN EMOTIONAL STRESS MODEL IN SHOOTERS	142
P. Somlev, G. Uzunova, E. Pavlova INDICES OF AUTONOMIC BALANCE IN FOOTBALL PLAYERS.....	149
И. С. Зубаткина, Л. К. Добродеева, М. Я. Малахова, Э. В. Крыжановский, О. В. Зубаткина ОЦЕНКА ИМУННОГО СТАТУСА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРА ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭНТРОПИИ	153
Э. В. Крыжановский, А. Г. Григорян, А. В. Чистов РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РЕЧИ В СУРДОКОММУНИКАЦИЮ	159
Е. В. Бигдай, В. О. Самойлов МУЗЫКА ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЖГУТИКОВ	164
А. А. Меклер, Д. Р. Шварц, И. С. Князева, А. В. Ершов, В. В. Дмитриенко, В. М. Кавсан КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ В ОПУХОЛЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ	169
С. М. Лупехин ГЕНЕРАТОР МЯГКОГО ИМПУЛЬСНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	173
А. С. Аджемов, Э. В. Крыжановский, А. Г. Григорян ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ СКРИНИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ ЧЕЛОВЕКА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ	176
В. М. Дегтярев, М. Танобиян МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СЕТИ РЕСПУБЛИКИ КОТ Д'ИВУАР..	181
А. В. Томашвили БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР» НА ОСНОВЕ НОВОЙ МЕТОДИКИ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА	188
В. Л. Андрианов, С. Н. Ткешелашвили ЭПИЛЕПСИЯ, ОСТЕОПАТИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ	193
З. А. Алексанян, П. Н. Буренев, О. Б. Кострова, Н. Н. Разин, С. П. Романов ТРЕМОРОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФОРМЫ И АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ ПОДВИЖНЫХ ЗВЕНЬЕВ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА	197
А. В. Ваганов МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТО-ЭЛЕКТРОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКСИЧНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКИХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД	200
А. Н. Алипов, В. А. Моськин, В. А. Сивцева ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕНОСНОГО ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗАТОРА ИФА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)	204
А. Н. Алипов, О. Б. Кострова, И. Б. Ландау, И. Н. Сафьянников ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС TELREAD ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ.....	207

И. И. Василишин ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ БИООБЪЕКТОВ ОТ ИЗБЫТОЧНОГО ЭМИ	212
Е. Е. Лесиовская, Ю. Ф. Камынин ЗАДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ: РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРАПИИ.....	214
Э. В. Крыжановский, А. Г. Григорян, А. В. Чистов, Е. А. Лахтеева ОПТОРИМОГРАФ – СИСТЕМА БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА	219
Е. В. Лубенцова, А. А. Володин АДАПТИВНАЯ НЕЙРОНЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ.....	223
Г. В. Верхова, Т. Ю. Ковалева РАДИОПОГЛАЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭКРАНИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И РАБОЧИХ МЕСТ ОПЕРАТОРОВ.....	227
А. А. Баранов, О. И. Буренева, А. Х. Мурсае, Н. М. Сафьянников, А. К. Фролкин ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ МИКРОСИСТЕМЫ ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ	231
В. Л. Андрианов, Р. А. Черный ВЛИЯНИЕ ОСТЕОПАТИИ НА НЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОЗГА	234
В. Л. Андрианов, Б. М. Рачков ОСТЕОПАТИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ НИЖНЕЙ ВЕТВИ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА	239
Ю. М. Брумштейн, Е. С. Травова, Ю. Ю. Аксенова, Ю. Н. Неживая, М. В. Иванова ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РЕАКЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫЕ СТИМУЛЫ НА ОСНОВЕ ДВИЖЕНИЙ КИСТЕЙ И ПАЛЬЦЕВ РУК	242
А. А. Олимпиев, А. А. Логинов, К. Ю. Шерстюк, Ю. М. Шерстюк УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПРОТОКОЛ СБОРА ДАННЫХ ОПЕРАТИВНО- ТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ	249
К. Л. Воронков, А. А. Олимпиев, Ю. М. Шерстюк БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ.....	251
А. А. Олимпиев, А. А. Логинов, М. Ю. Шерстюк, Ю. М. Шерстюк МИГРАЦИЯ ПОЛНОМОЧИЙ В ПОДСИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ OSS.....	253
А. А. Логинов, А. А. Олимпиев, М. Д. Рожнов ПОСТРОЕНИЕ СРЕДСТВ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДАННЫХ В АСУС	256
П. Ю. Хахамов, Д. В. Жердев МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ОРГАНОВ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ УСЛОВИЯХ КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ.....	259
М. И. Столярова МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	264
И. И. Прокопов СТРУКТУРНАЯ ДИНАМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ С ВИРТУАЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ	266

С. М. Одоевский, А. А. Авдеев, А. П. Буряков ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛОВ И ПОМЕХ В МНОГОУРОВНЕВОЙ СЕТИ БЕСПРОВОДНОГО АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА.....	271
К. В. Белоус МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ	274
Е. В. Чурносов СИСТЕМНЫЙ КОНТРОЛЬ ВЛИЯНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	279
О. В. Гузенко К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗГОВОРНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВЕРБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ	285
С. В. Акимов, Г. В. Верхова МНОГОАСПЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ	290
М. В. Абатурова, В. А. Бабошин, А. С. Гузарев, Е. Н. Угримова МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В СРЕДЕ OMNET++	295
С. Ю. Муров ОБЪЕДИНЕНИЕ ПОЛИГОНОВ НА РАЗНЫХ СЛОЯХ ДВУХСЛОЙНОЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ	297