

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ  
И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**№ 2 2018** (ФЕВРАЛЬ)

Учредитель журнала  
Общество с ограниченной ответственностью  
**«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Журнал издается с 2011 года.

**Редакция:**

Главный редактор  
**А.В. Царегородцев**  
Выпускающий редактор  
**Ю.Б. Миндлин**  
Верстка  
**А.В. Романов**

Подписной индекс издания  
в каталоге агентства «Пресса России» — 80016  
В течение года можно произвести подписку  
на журнал непосредственно в редакции.

*Издатель:*

Общество с ограниченной ответственностью  
**«Научные технологии»**

*Адрес редакции и издателя:*  
109443, Москва, Волгоградский пр-т, 116-1-10  
Тел/факс: 8(495) 755-1913

E-mail: [redaktor@nauteh.ru](mailto:redaktor@nauteh.ru)  
<http://www.nauteh-journal.ru>  
<http://www.vipstd.ru/nauteh>

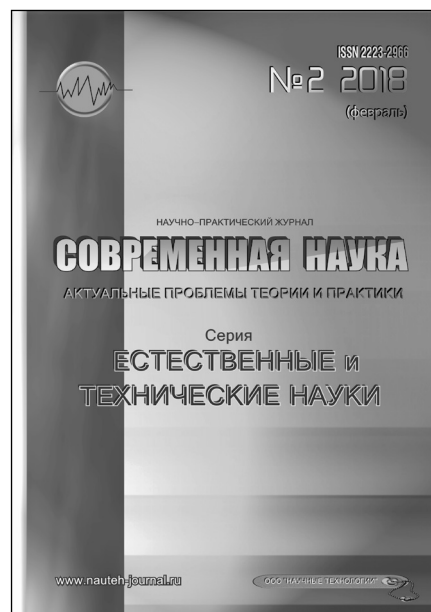
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС 77-44912 от 04.05.2011 г.

Научно-практический журнал

**Scientific and practical journal**

(BAK - 05.11.00, 05.12.00, 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



**В НОМЕРЕ:**

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ,  
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ  
И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ,  
РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ,  
ИНФОРМАТИКА,  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
И УПРАВЛЕНИЕ,  
КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Авторы статей несут полную ответственность  
за точность приведенных сведений, данных и дат.

При перепечатке ссылка на журнал  
«Современная наука:  
Актуальные проблемы теории и практики» обязательна.

Журнал отпечатан в типографии  
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296  
Подписано в печать 28.02.2018 г. Формат 84x108 1/16  
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



# Редакционный совет

**Безруких Марьям Моисеевна** — д.б.н., профессор, Институт возрастной физиологии РАО

**Бекетов Сергей Валериевич** — д.б.н., ФГБНУ НИИ Пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева

**Грачев Николай Николаевич** — профессор, Московский государственный институт электроники и математики НИУ ВШЭ (технический университет), доктор высшей ступени в области технических наук (DoctorHabilitatus).

**Гусева Анна Ивановна** — д.т.н., профессор, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Зубкова Валентина Михайловна** — д.б.н., профессор, Российский государственный социальный университет

**Квасов Андрей Иванович** — д.т.н., профессор, академик Казахской Национальной Академии естественных наук, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева

**Корнеев Андрей Матиславович** — д.т.н., профессор, Липецкий государственный технический университет

**Корягина Наталья Александровна** — д.м.н., доцент, Пермский государственный медицинский университет им. ак. Е.А.Вагнера Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Кравец Бронислава Борисовна** — д.м.н., профессор, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Кулик Сергей Дмитриевич** — д.т.н., с.н.с., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Матвеев Всеволод Борисович** — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, ФГБУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина

**Миндлин Юрий Борисович** — к.э.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина

**Надежкин Сергей Михайлович** — д.б.н., профессор, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии

**Овезов Алексей Мурадович** — д.м.н., доцент, ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского

**Олейникова Светлана Александровна** — д.т.н., доцент, Воронежский государственный технический университет

**Рахимов Ильгизар Ильясович** — д.б.н., профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет

**Ромашкова Оксана Николаевна** — д.т.н., профессор, Московский городской педагогический университет

**Симаков Юрий Георгиевич** — д.б.н., профессор, Московский государственный университет им. К.Г. Разумовского (ПКУ)

**Симоненков Алексей Павлович** — д.м.н., профессор, независимый эксперт

**Трапезов Олег Васильевич** — д.б.н., в.н.с., ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН»

**Федорова Оксана Ивановна** — д.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина

**Харитонов Михаил Анатольевич** — д.м.н., профессор, заместитель главного пульмонолога МО РФ, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова

**Царегородцев Анатолий Валерьевич** — д.т.н., профессор, Московский государственный лингвистический университет

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

**Козаева М.И.** — Определение экологической устойчивости различных сортов земляники по показателям эндофитной микробиоты

*Kozaeva M.* — Determination of environmental stability of various varieties of zemlaniki on indicators of endophytic microbiot .....5

## РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

**Гусев М.Н., Пахомов М.О., Рожнов В.С., Трещалов Н.О., Толоконников И.С.** — Метод преобразования стерео звука в многоканальный

*Gusev M., Pahomov M., Rozhnov V., Treschalov N., Tolokonnikov I.* — Method of converting stereo sound to multi-channel .....8

## ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

**Акимов Д.А., Дятченкова А.Ю., Сачков В.Е.** — Самодиагностика технических узлов авторобота в условиях неполной информации на основе абдукции

*Akimov D., Dyatchenkova A., Sachkov V.* — Self-diagnostics of technical nodes of the automobot in the conditions of incomplete information is based on abduction ..... 18

**Гамов В.Ю.** — Модель расчета показателя успешного достижения цели

*Gamov V.* — Model for calculating the indicator of successful achievement of the goal ..... 25

**Гусев А.Л., Окунев А.А.** — Модифицированный метод отношение шансов

*Gusev A., Okunev A.* — Modified method of odds ratio ..... 29

**Гусев А.Л., Окунев А.А.** — Прогноз методом экстраполяции ошибки нейросети

*Gusev A., Okunev A.* — Forecasting by extrapolation of a neural network error ..... 32

**Князева Н.В.** — Информационное моделирование в области эксплуатации объектов недвижимости

*Knyazeva N.* — Information modeling in the operation of real estate ..... 38

**Марченко А.Ю.** — Особенности политики информационной безопасности кредитных организаций

*Marchenko A.* — Peculiarities of policy of information security of credit organizations ..... 42

**Пятакович В.А., Василенко А.М.** — Анализ величины силы цели, как параметра формирования признаков описаний обучающей выборки интеллектуальной системы классификации целей

*Pyatakovich V., Vasilenko A.* — Analyzing the target strength as a parameter to form a feature vector of the training sample for the intellectual target classification system ..... 47

**Роголин Р.С.** — Метод перекрестной энтропии для решения задачи коммивояжера

*Rogulin R.* — Method of cross-entropy for solving the problem of a commervoyager ..... 52

**Рыбак В.А., Манси С.Х., Ганбари З.** — Восемь направлений использования криптовалют

*Rybak V., Mansi S., Ganbary Z.* — Eight directions of crypto-currency using ..... 59

**Юркова О.Н.** — Разработка автоматизированного рабочего места преподавателя для планшетного ПК на платформе android

*Yurkova O.* — Development of the automated workplace of teacher for tablet PC on android platform..... 67

## КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

**Атабаев И.И., Каипова А.К., Белов Г.В.** — Влияние кумысолечения на моторную функцию кишечника и компонентный состав тела женщин с метаболическим синдромом

*Atabaev I., Kaipova A., Belov G.* — Effect of koumiss treatment on motor function of the intestine and component composition of the woman body with metabolic syndrome ..... 73

**Гаджиева Л.А., Ахмедов Д.Р.** — Антиоксидантная система у женщин с бруцеллезным поражением почек

*Gadzhieva L., Ahmedov J.* — Antioxidant system in women with brucellosis kidney diseases..... 77

**Карпова Е.И., Демина О.М., Гузь Е.В., Данищук О.И.** — Патогенетические механизмы применения фракционного CO<sub>2</sub> лазера в дерматологии

*Karpova E., Demina O., Guz E., Danishchuk O.* — Pathogenetic mechanisms of application of fractional CO<sub>2</sub> laser in dermatology ..... 82

**Мальчевский Ю.Е., Рагимов А.А., Каспаров Э.В.** — Характер течения стенокардии напряжения III-IV ФК при включении плазмафереза в состав традиционной терапии

*Mal'chevskij Ju., Ragimov A., Kasparov E.* — Characteristics of disease course of cardiac angina (class III-IV by CCS) with inclusion of plasmapheresis into traditional treatment..... 87

**Мамашева Г.Д., Атаев М.Г., Мугутдинова А.С., Магомедова А.М.** — Динамические особенности заболеваемости акне городского населения Республики Дагестан

*Mamasheva G., Ataev M., Mugutdinova A., Magomedova A.* — Dynamic features of the incidence of acne in the urban population of the Republic of Dagestan ..... 91

**Микляев С.В., Леонова О.М., Сущенко А.В.** — Анализ индексной оценки применения тромбоцитарной аутоплазмы (тап) при консервативном лечении хронических воспалительных заболеваний тканей пародонта

*Miklyayev S., Leonova O., Sushchenko A.* — Analysis index of assessment of the application of platelet autoplasm (tap) in the conservative treatment of chronic inflammatory diseases of periodontal tissues ..... 97

**Мирхайдаров Р.Ш., Кильдебекова Р.Н.** — Влияние диспергированного биоматериала «Аллоплант» на состояние свободнорадикального окисления у больных хроническим вирусным гепатитом С

*Mirkhaydarov R., Kildebekova R.* — Influence of the dispersed biomaterial "Alloplants" on the condition of free radical oxidation in patients with chronic virus hepatitis C..... 104

**Орлецкий А.К., Тимченко Д.О., Крылов С.В.** — Современные методы лечения посттравматической патологии плечевого сустава

*Orleckiy A., Tinchenko D., Krilov S.* — Modern methods of treatment of post-traumatic pathology of the shoulder joint ..... 109

## Информация

Наши авторы. Our Authors..... 114

Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале ..... 116

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭНДОФИТНОЙ МИКРОБИОТЫ

## DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL STABILITY OF VARIOUS VARIETIES OF ZEMLANIKI ON INDICATORS OF ENDOPHYTIC MICROBIOT

*M. Kozaeva*

*Summary.* The study of the ecological stability of various strawberry varieties in connection with the presence of endophytic microbiota has shown that the presence of a bacterium belonging to the genus *Pseudomonas* possessing fungicidal and fungistatic activity increases the overall adaptive capacity of the plant organism due to the inhibition of more dangerous fungal pathogens. This compensates for the immunodeficiency that arises as a result of abiotic stress and weakens the biotic load on the plant organism. According to the indices of endophytic microbiota, highly adaptive strawberry varieties have been identified: Harvest TGF, Fireworks, Flora, Attractive, Kama, Redgontlit, Vima Zanta and Marishka, which are recommended for use in the breeding process.

*Keywords:* strawberry, endophyte microbiota, adaptation.

**Козаева Марина Ильинична**

*К.с.-х.н., с.н.с., ФГБНУ «ФНЦ им.И.В.Мичурина»;  
Селекционно-генетический центр-Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и селекции  
плодовых растений им.И.В.Мичурина  
kazaevami1966@yandex.ru*

*Аннотация.* Изучение экологической устойчивости различных сортов земляники в связи с наличием эндофитной микробиоты показало, что присутствие бактерии, относящейся к роду *Pseudomonas*, обладающей фунгицидной и фунгистатической активностью, повышает общую адаптационную способность растительного организма вследствие угнетения более опасных грибных патогенов. Это компенсирует возникший в результате абиотического стресса иммунодефицит и ослабляет биотическую нагрузку на растительный организм. По показателям эндофитной микробиоты были выделены высокоадаптивные сорта земляники: Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Флора, Привлекательная, Кама, Редгонтлит, Вима Занта и Марышка, которые рекомендуются использовать в селекционном процессе.

*Ключевые слова:* земляника, эндофитная микробиота, адаптация.

**О**дним из решающих показателей ценности сорта является его продуктивность и урожайность [1]. Урожайность и долговечность насаждений ягодных культур непосредственно зависит от здоровья самих растений [3].

Определенным индикатором состояния растения, своеобразным тестом на жизнеспособность служит эндофитная микробиота, системно присутствующая в растительном организме [4].

В связи с этим, целью наших исследований явилось определение экологической устойчивости различных сортов земляники на основе использования показателей эндофитной (внутренней) микробиоты.

Объектами исследований явились следующие сорта земляники:

1. Редгонтлит (Нью-Джерси 1051 x Клеймекс) -Шотландский институт садоводства
2. Кама (Зенга Зенгана x Кавалер)-опытная плодородная станция им.В.Филевича, Синоленц, Польша
3. Кардинал (Earlibelle x Ark.5063)-США
4. Марышка (Георг Зольтведель x Спарки)-Чехия

5. сорта голландской селекции:  
Вима Занта (Эльсанта x Корона)  
Вима Тарда (Вима Занта x Викода)  
Кимберли (Gorella x Chandler)  
Тенира (Redgauntlet x Gorella)
6. Зефир (Валентин x Дибдаль)-Дания
7. Холидей –получен от скрещивания сорта Raretan и элитной формы № 844-США
8. Мице Шиндлер (Люцида перфекта x Иоганн Мюллер)-Германия
9. Фестивальная (Обильная x Премьер)-Павловская опытная станция ВИР им.Н.И.Вавилова, Россия

А также сорта селекции СГЦ-ВНИИГиСПР им.И.В.Мичурина:

- 1.Урожайная ЦГЛ (Зенга Зенгана x Редкоут)
- 2.Фейерверк (Зенга Зенгана x Редкоут)
- 3.Флора (Зенга Зенгана x Редкоут)
- 4.Привлекательная (Рубиновый кулон x Олбриттон)
- 5.Рубиновый кулон (Зенга Зенгана x Фейерфакс).

Изолирование эндофитной микробиоты проводили с использованием листовых эксплантов в стерильных условиях на агаризированную питательную среду в про-

бирки в 10 повторностях. Состав использованной среды: картофель-300 г, агар-агар-20г, вода-1 л. Режим стерилизации: 1 атм. в течение 30 минут. Тестирование проводилось ежемесячно в одни и те же сроки.

Результат тестирования на тот или иной показатель микробиоты (бактерия, грибы, смешанная микробиота, отрицательный тест, то есть отсутствие роста микроорганизмов) выражали в процентах от общего количества тестов.

Проведенные исследования выявили значительное преобладание бактериальной микробиоты над грибной и смешанной, что указывает на ее фунгицидное и фунгистатическое действие и симбиотическую функцию.

Как свидетельствуют результаты исследований, наибольшие бактериальные показатели имели сорта Урожайная ЦГЛ (98,0%), Фейерверк (96,3%), Флора (95,4%), Редгонтлит (93,4%) и Кама (91,2%).

У сортов Марышка, Привлекательная и Вима Занта процент выхода бактериальной микробиоты также оказался достаточно высоким (88,3%; 87,7% и 76,0%, соответственно). За ними следуют сорта Тенира и Рубиновый кулон с частотой тестирования бактерии 63,7% и 61,4%, соответственно. Самые низкие бактериальные значения отмечены у сортов Мице Шиндлер (45,3%), Холидей (48,3%), Фестивальная (50,1%), Кардинал (52,3%), Кимберли (53,7%), Зефир (56,2%) и Вима Тарда (57,7%).

Показатели грибной микробиоты на протяжении всего периода тестирования были значительно ниже и варьировали от 0% (у сортов Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Редгонтлит) до 10,9% (у сорта Фестивальная).

При тестировании внутренних тканей бессимптомных растений земляники установлено также наличие эндофитной микробиоты, представленной смесью бактерий и грибов. Смешанная микробиота отличается наибольшей вредоносностью по причине ее высокой адаптации к условиям среды. Ее токсины являются наиболее опасными, так как в силу антагонистического взаимодействия грибов и бактерии, они усиливают стрессорную нагрузку на растительный организм. Невысокие показатели смешанной микробиоты говорят о том, что действие микробных токсинов на растительный организм снижено. Благодаря показателям смешанной микробиоты можно определить, какие сорта и формы испытывают наибольший биотический стресс.

Тестирование показало, что наименьший биотический стресс был отмечен у сортов Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Редгонтлит, Кама и Марышка, у которых

наблюдался самый низкий выход смешанной инфекции (от 0% до 4,5%). Наибольшую токсическую нагрузку испытывают сорта Фестивальная (10,9%), Рубиновый кулон (15,0%), Холидей (15,0%), Кимберли (15,3%) и Мице Шиндлер (19,0%).

Кроме частоты тестирования бактериальной, грибной, смешанной микробиоты важным показателем, характеризующим состояние растений, является также процент отрицательных тестов, отражающий уровень окислительного стресса у растительного организма. При интенсивном и продолжительном воздействии на растение стрессовых факторов антиоксидантная система не способна предотвратить разрушительное действие свободных радикалов, в результате чего нарушается динамическое равновесие и развивается патологический процесс, получивший название «окислительный взрыв» [4]. Это ведет к подавлению роста микроорганизмов и увеличению процента отрицательных тестов. Поэтому высокий процент отрицательных тестов свидетельствует о повышении уровня окислительного стресса и снижении адаптационной способности.

Наименьший процент отрицательных тестов, и, следовательно, наибольший запас адаптации отмечен у сортов Флора (1,6%), Урожайная ЦГЛ (2,0%), Привлекательная (2,3%), Кама (3,0%), Редгонтлит (3,6%), Фейерверк (3,7%), Вима Занта (4,0%) и Марышка (4,7%). При этом следует отметить, что перечисленные сорта хорошо перезимовывают. В отдельные зимы они незначительно подмерзают, но благодаря хорошей восстановительной способности дают полноценный урожай. Кроме того, данные сорта отличаются более высокими показателями вкуса и плотности ягод, содержанием в них антоцианов и витамина С.

У сортов Рубиновый кулон и Тенира показатели отрицательных тестов оказались значительно выше и составили, соответственно, 18,6% и 21,0%. Эти сорта слабоустойчивы к абиотическим факторам среды, имеют ряд технологических недостатков.

Низкую адаптационную способность имели сорта Вима Тарда, Кимберли, Мице Шиндлер, Зефир, Холидей, Кардинал и Фестивальная, о чем свидетельствуют максимальные показатели отрицательных тестов (30,0%; 31,0%; 31,0%; 33,0%; 36,7%; 37,7% и 39,0%, соответственно).

Таким образом, при тестировании различных сортов земляники было установлено наличие эндофитной микробиоты, включающей бактерии, грибы, смешанную микробиоту, а также отрицательный тест, контролирующей защитную реакцию, а следовательно-окислительный стресс. При этом важное место в составе эндофитной

микробиоты земляники занимает бактерия, относящаяся к роду *Pseudomonas*, системно присутствующая в растительном организме, значительно преобладающая над грибной и смешанной микробиотой и сдерживающая их развитие.

Бактерия, обладая фунгицидными и фунгистатическими токсинами, угнетает или убивает грибы, в том числе наиболее опасные для растительного организма-некротрофные грибы. Это особенно важно потому, что они оказались составной частью внутренней (эндофитной) микробиоты. Грибы этого типа нападают лишь на ослабленные растения, которые при стрессе оказываются в паранекротозном состоянии. Поселяясь на них и воздействуя на растение мощной системой экстрацеллюлярных ферментов, некротрофные грибы некротизируют ткани, а затем питаются ими.

В связи с этим, присутствие бактерии в растительном организме компенсирует возникший в результате абиотического стресса иммунодефицит и ослабляет биотический стресс, содействуя тем самым выживанию растения-хозяина в экстремальных условиях среды. Поэтому показатели эндофитной микробиоты отражают физиологическое состояние растений.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что для оценки экологической устойчивости различных сортов земляники необходимо использовать показатели эндофитной микробиоты, поскольку эндофитная микробиота, находясь в тесном контакте с растением и отражая его состояние, является надежным индикатором для диагностики адаптивного потенциала различных сортов и форм. На основе ее тестирования можно проводить отбор форм для селекции и производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андропова, Н. В. Оценка исходных форм земляники садовой по продуктивности и составляющим ее компонентам /Н.В.Андропова.-Флодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ /ГНУ ВСТИСП.-М.,2013.-Т.ХХХVIII.-Ч.1.-С.28–34.
2. Гудковский, В. А. Стресс плодовых растений /В.А.Гудковский, Н. Я. Каширская, Е. М. Цуканова.-ВНИИС им.И.В.Мичурина.-Воронеж: Кварта, 2005.-128 с.
3. Зейналов, А. С. Научные основы экологизированных систем защиты ягодников от агрессивных вредных организмов /А.С.Зейналов, К. В. Метлицкая.-Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта: материалы междунар. науч. конф., 16–18 июня 2014 г., аг.Самохваловичи./РУП «Ин-т плодоводства».-Самохваловичи, 2014.-С.193–197.
4. Малина, Р. Б. Фотосинтетическая продуктивность персика в связи со степенью восприимчивости листьев к патогену *Taphrina deformans* /Р.Б.Малина, Н. А. Шишкану.-Флодоводство и ягодоводство России: сб. науч. тр. /ГНУ ВСТИСП.-М.,2013.-Т.ХХХVIII.-Ч.2.-С.152–159.

© Козаева Марина Ильинична ( kazaevami1966@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ФНЦ им.И.В.Мичурина

# МЕТОД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СТЕРЕО ЗВУКА В МНОГОКАНАЛЬНЫЙ

## METHOD OF CONVERTING STEREO SOUND TO MULTI-CHANNEL

*M. Gusev  
M. Pahomov  
V. Rozhnov  
N. Treschalov  
I. Tolokonnikov*

*Summary.* Discusses the limitations of the upmixing methods, used in many systems playback multi-channel sound. Provides the method of formation of spatial sound based on the localization of virtual sound sources in the original stereo signal, orienting and positioning them in the sound scene generated by any number of speakers (system 5.1 and higher). The results of expert evaluation of sound generated according to the proposed method and sound systems based on the algorithms Pro Logic and Pro Logic II, confirm the effectiveness of the method developed by the authors.

*Keywords:* spatial audio, virtual sound source, the expansion of sound scene, modeling the reverberations.

**Т**ехнологии объёмного звука обязаны своим появлением, прежде всего, развитию звукового кино. Разработчики новых систем кинематографа старались повысить зрелищность не только за счёт увеличения экрана, но и за счёт многоканального звуковоспроизведения, когда направление звука совпадает с изображением его источника. Многоканальные аудиосистемы не только обеспечивают более реалистичные звуки, но также предлагают больше внешних эффектов, чем стандартные стереофонические аудиосистемы.

Число пользователей систем объёмного звучания быстро растёт. К сожалению, в формате 5.1 существует не так много музыкальных записей — большинство записей объёмного звучания создаются кинокомпаниями или производителями видеоигр. Обычно доступен аудиоконтент с количеством каналов меньшим, чем может быть воспроизведено целевой системой.

Сегодня почти любой усилитель системы домашнего кинотеатра имеет возможность воспроизведения стерео для всех динамиков. При этом во многих системах используются простые алгоритмы восходящего микширования, основанные на смешивании каналов исходного стереозвука в разных пропорциях, иногда дополняемые внесением задержек и применением простейших фильтров.

*Гусев Михаил Николаевич  
Пахомов Михаил Олегович  
Рожнов Виктор Сергеевич  
Трещалов Никита Олегович  
Толоконников Иван Сергеевич*

*Филиал корпорации LG Electronics Inc. (Республика Корея) в Санкт-Петербурге, Россия  
mikhail.gusev@lge.com*

*Аннотация.* Рассматриваются ограничения методов восходящего микширования, используемых во многих системах воспроизведения многоканального звука. Предлагается метод формирования пространственного звука, основанный на выделении виртуальных источников звука в исходном стереосигнале, определении направлений на них и позиционировании их в звуковой сцене, формируемой произвольным количеством динамиков (системы 5.1 и выше). Приводятся результаты сравнительной экспертной оценки звука, сформированного согласно предложенному методу и звуковыми системами на основе алгоритмов Pro Logic и Pro Logic II, подтверждающие эффективность разработанного авторами метода.

*Ключевые слова:* пространственный звук, виртуальный источник звука, расширение звуковой сцены, формирование ревербераций.

## Методы восходящего микширования

Рассмотрим типичные подходы к созданию дополнительных каналов, основанные на использовании корреляции между стереоканалами: метод пассивного объёмного декодирования (Passive Surround Decoding Method) [7], метод наименьших квадратов (LMS-based Upmixing Method) [1], метод на основе анализа главных компонент [1] и метод адаптивного панорамирования [2].

На рисунке 1 показана процедура восходящего микширования, где каналы обозначены как FL (передний левый), FR (передний правый), C (центральный), LFE (канал низкочастотных эффектов), RL (задний левый) и RR (правый задний). Как проиллюстрировано на рисунке, FL и каналы FR для 5.1-канального аудиоформата получают непосредственно из исходных стереоканалов, тогда как остальные каналы генерируются из них путем различных преобразований. Поэтому в следующих подразделах описывается, как получить центральный канал и каналы объёмного звучания с использованием каждого метода восходящего микширования.

## Метод пассивного пространственного декодирования

Метод пассивного пространственного декодирования (Passive Surround Decoding Method, PSD) является



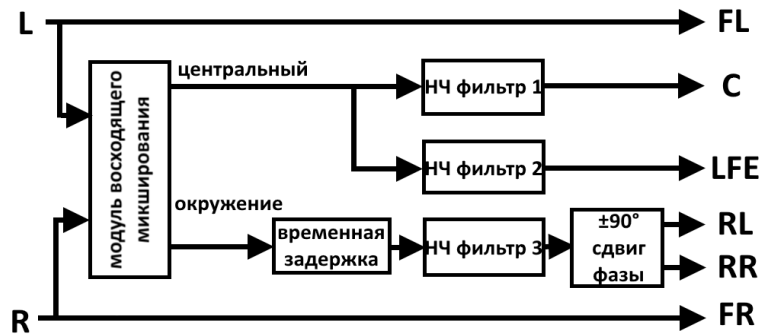


Рис. 1. Процедура восходящего микширования стереозвука в звук 5.1

ранней версией декодера Dolby Surround [7]. В этом методе центральный канал получается путем сложения отсчетов исходных левого и правого каналов, а звук тыловых динамиков — путем вычитания отсчетов правого канала из отсчетов левого канала. Для поддержания энергии сигнала на постоянном уровне, уровни центрального и задних каналов снижаются на 3 дБ, что реализуется путем деления на  $\sqrt{2}$ :

$$Center(n) = \frac{x_l(n) + x_r(n)}{\sqrt{2}}, \quad (1)$$

$$Surround(n) = \frac{x_l(n) - x_r(n)}{\sqrt{2}}, \quad (2)$$

где  $x_l(n)$  и  $x_r(n)$  — отсчеты с индексом  $n$  левого и правого каналов исходного звука соответственно.

#### Восходящее микширование на основе метода наименьших квадратов

Восходящее микширование по методу наименьших квадратов (LMS-based Upmixing Method, LMS) создает центральный и задние каналы с использованием алгоритма LMS [1, 4]. При таком подходе один из исходных стереоканалов принимается как желаемый сигнал  $d_n$ , а другой считается входным сигналом адаптивного фильтра  $x_n$ . Сигнал ошибки  $e_n$  определяется как разность выходного сигнала  $y_n$  и желаемого сигнала  $d_n$ . Выходной сигнал  $y_n$  определяется как линейная комбинация входных сигналов с использованием уравнения (3):

$$y(n) = \mathbf{w}^T(n)\mathbf{x}(n) = \mathbf{w}(n)\mathbf{x}^T(n), \quad (3)$$

где

$$\mathbf{x}(n) = [x(n)x(n-1) \dots x(n-N+1)]^T,$$

$$\mathbf{w}(n) = [w_0w_1 \dots w_{N-1}]^T.$$

В уравнении (3) вектор  $w(n)$  — вектор коэффициентов адаптивного фильтра, получаемого на основе LMS-алгоритма согласно уравнению (4):

$$\mathbf{w}(n+1) = \mathbf{w}(n) + 2\mu e(n)\mathbf{x}(n), \quad (4)$$

где  $N$  — длина фрейма,

$\mu$  — константа, равная, например  $10^{-4}$ .

Значения  $y_n$  принимаются за значения отсчетов центрального канала, а значения  $e_n$  принимаются за значения отсчетов задних каналов генерируемого 5.1-звука.

#### Метод восходящего микширования на основе анализа главных компонент

Метод восходящего микширования на основе анализа главных компонент (PCA-based Upmixing Method, Principal Component Analysis, PCA) разлагает исходные стереоканалы на коррелированные и некоррелированные части [1]. Центральный и задний каналы получают на основе ковариационной матрицы:

$$A = \begin{bmatrix} cov(x_l, x_l) & cov(x_l, x_r) \\ cov(x_r, x_l) & cov(x_r, x_r) \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где  $cov(x_p, x_q)$  — ковариация  $x_p$  и  $x_q$ , где  $p$  (или  $q$ ) соответствует левому или правому каналу исходного стереосигнала.

Ковариационная матрица  $A$  дает два собственных вектора, являющихся базисными векторами для новой системы координат [5]. Эти собственные вектора затем используются в качестве весовых векторов, соответствующих левому и правому каналам, при генерации центрального канала и задних каналов: (6) и (7).

$$Center(n) = c_l x_l(n) + c_r x_r(n), \quad (6)$$

Собственный вектор  $[c_l \ c_r]$ , соответствующий наибольшему собственному значению, используется в качестве весового вектора для центрального канала. Другой собственный вектор  $[s_l \ s_r]$  становится весовым вектором для сигнала задних каналов.

Обработка сигнала по методу PCA выполняется по фреймам. Для устранения артефактов, которые могут возникать на стыках фреймов, вводятся перекрытие и сглаживание [6]. При сглаживании используется весовая функция вида (8), где  $M$  — величина перекрытия.

Метод адаптивного панорамирования

Метод адаптивного панорамирования (Adaptive Panning Method, ADP), предложенный в [2], генерирует центральный и задние каналы на основе алгоритма LMS. Вектор весов для ADP вычисляется рекурсивно согласно (3), однако вектора определяются иначе: (9).

Коэффициенты  $w_l(n)$  и  $w_r(n)$  соответствуют левому и правому каналам и вычисляются по формулам (10) и (11), где  $\mu$  — константа, приведенная выше. Значения отсчетов центрального и заднего каналов вычисляются как (12) и (13).

Во всех четырех описанных алгоритмах также применяется фильтрация и задержка с инверсией фаз.

Тестирование методов восходящего микширования

В работе [7] приведено описание программного комплекса, выполняющего разложение стереозвука в 5.1 пе-

речисленными методами восходящего микширования и результаты сравнительного тестирования представленных методов.

Эксперименты показали, что прослушивание звукового контента, полученного в результате восходящего микширования, является предпочтительным по сравнению с прослушиванием исходного стереофонического контента. Также было установлено, что метод адаптивного панорамирования превосходит другие рассмотренные методы.

Описанные выше методы не расширяют сцену по сравнению со стерео-сценой: они добавляют объем звучания за счет задних каналов. Изменения панорамирования звука не происходит. Звуковая сцена формируется между фронтальными динамиками, а звук добавляемый в задние динамики создают эффект присутствия в помещении (рисунок 2).

Все перечисленные методы не обеспечивают ни формирования естественной звуковой сцены, ни возможности ее произвольного расширения, ни возможности формирования таких звуковых эффектов, как имитация прослушивания в выбранном акустическом окружении.

Поэтому было принято решение о разработке метода преобразования стереозвука в многоканальный звук, лишённого перечисленных недостатков (рисунок 3).

Предполагается, что звуковая сцена расширяется и создается эффект погружения в любое целевое помещение.

$$Surround(n) = s_l x_l(n) + s_r x_r(n) \tag{7}$$

$$w(n) = \begin{cases} \sin\left(\frac{\pi(n+0.5)}{2(N-M)}\right), & 0 \leq n \leq N-M-1 \\ 1, & N-M \leq n \leq M-1 \\ \sin\left(\frac{\pi(N-n-0.5)}{2(N-M)}\right), & M \leq n \leq N-1 \end{cases} \tag{8}$$

$$x(n) = [x_l(n) \ x_r(n)]^T, w(n) = [w_l(n) \ w_r(n)]^T \tag{9}$$

$$w_l(n+1) = w_l(n) + \mu y(n) [x_l(n) - w_l(n) y(n)] \tag{10}$$

$$w_r(n+1) = w_r(n) + \mu y(n) [x_r(n) - w_r(n) y(n)] \tag{11}$$

$$Center(n) = w_l x_l(n) + w_r x_r(n) \tag{12}$$

$$Surround(n) = w_r x_l(n) + w_l x_r(n) \tag{13}$$

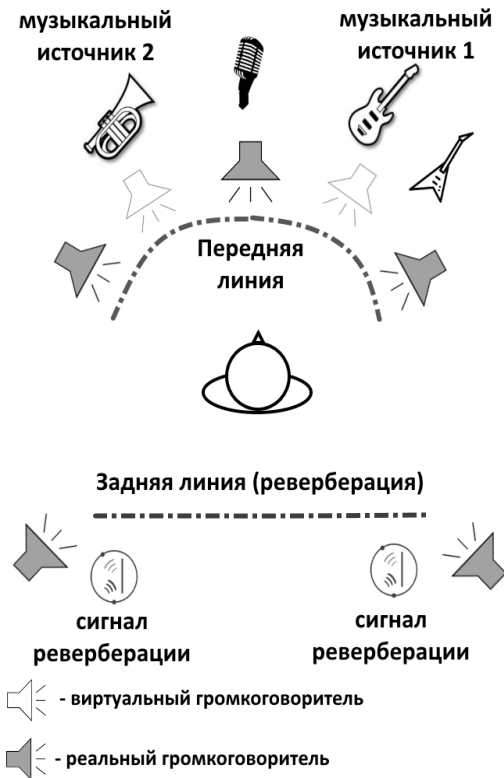


Рис. 2. Формирование звуковой сцены рассмотренными методами



Рис. 3. Желаемая звуковая сцена

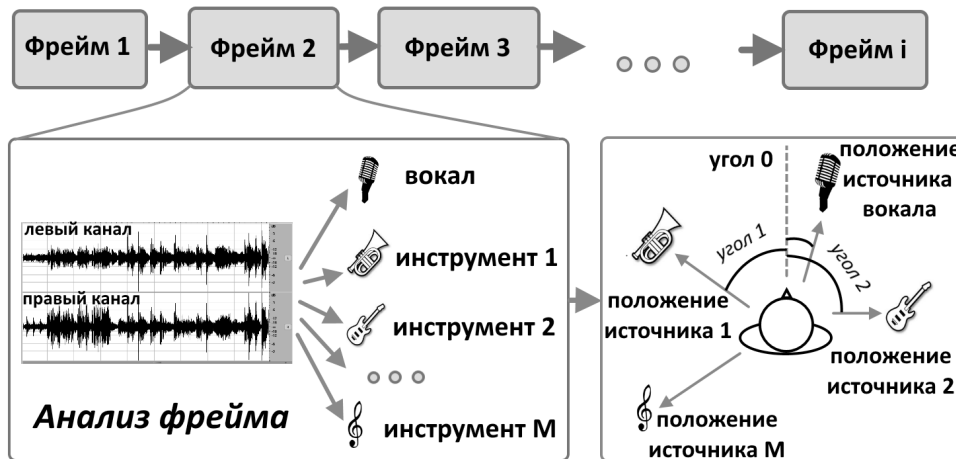


Рис. 4. Схема работы предлагаемого метода

### Предлагаемый метод

Локализация звуковых источников возможна благодаря значительным различиям между сигналами, поступающими в левое и правое ухо слушателя. Различия сигналов обуславливаются тремя физическими факторами:

1. Временными, возникающими из-за несовпадения моментов времени прихода одинаковых фаз;
2. Интенсивностными, возникающими из-за различий интенсивности звуковой волны;
3. Спектральными, возникающими из-за разницы в спектральном составе звуков.

Таблица 1. Разбиение звукового сигнала на полосы по учебнику «Аудиотехника»

Номер полосы	Нижняя граница, Гц	Верхняя граница, Гц	Ширина полосы, Гц
0	0	86	86
1	86	172	86
2	172	258	86
3	258	345	86
4	345	517	172
5	517	689	172
6	689	861	172
7	861	1034	172
8–68	1034	22050	345

Таблица 2. Используемое разбиение на полосы

Номер полосы	Область вычисления параметров		Область разделения	
	Нижняя граница, Гц	Верхняя граница, Гц	Нижняя граница, Гц	Верхняя граница, Гц
0	0,0	86,0	0,0	129,0
1	86,0	172,0	43,0	215,0
2	172,0	258,0	129,0	301,5
3	258,0	345,0	215,0	431,0
4	345,0	517,0	301,5	603,0
5	517,0	689,0	431,0	775,0
6	689,0	861,0	603,0	947,5
7	861,0	1034,0	775,0	1206,5
8	1034,0	1379,0	947,5	1551,5
.....				

В рамках предлагаемого метода исследуются только два из трех перечисленных факторов: межканальная разность фаз (Inter-channel phase difference IPD) и межканальная разность интенсивностей (Inter-channel intensity difference, IID).

Предлагаемый метод основан на выделении виртуальных источников звука в исходном стереосигнале, определении направлений на них и позиционировании их в звуковой сцене, формируемой произвольным количеством динамиков (рисунок 4).

Для достижения желаемого результата предлагаемый метод включает следующую последовательность действий:

1. формирование выборок сигнала;
2. Разделение сигнала на полосы;
3. Вычисление параметров сигнала на полосах;
4. Вычисление критерия распределения полос по динамикам;
5. Распределение полос по динамикам;
6. Формирование многоканального сигнала;
7. Формирование эхо-сигнала;
8. Дополнительные обработки.

### 1) Формирование выборок сигнала

Исходный стерео сигнал разбивается на выборки по  $N$  отсчетов и переводится в частотную область:

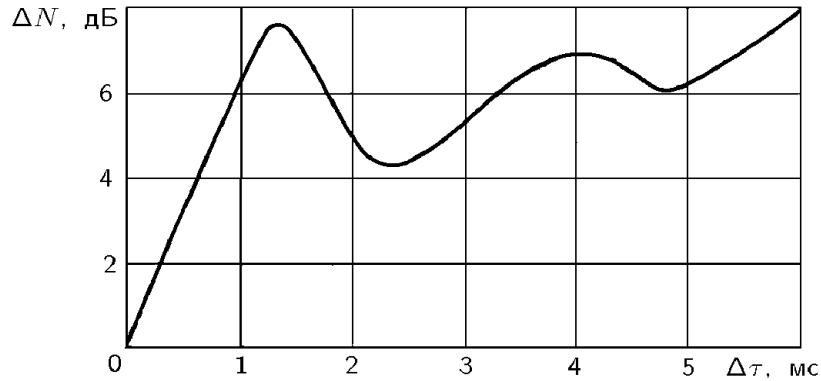
$X_1$  — спектр (Фурье-образ) выборки левого канала,  
 $X_2$  — спектр (Фурье-образ) выборки правого канала.

Длина выборки является параметром обработки, кратным степени двойки. Эксперименты показали, что наилучшее качество звучания достигается при  $N = 2048$ . Длина выборки в частотной области  $M = 1 + N/2$ .

Обработка выполняется со сдвигом, не превышающим длину половины выборки. Величина сдвига является параметром обработки.

### 2) Разделение сигнала на полосы

Были проведены эксперименты с разными вариантами разбиения на полосы. При разбиении по классическому варианту [8], представленному в таблице 1, звучание получается не самым удачным.

Рис. 5. Связь временного ( $\Delta T$ ) и интенсивностного ( $\Delta N$ ) факторов

Поэтому в качестве рабочего разбиения используется разбиение с перекрытием (таблица 2), при этом при вычислении параметров для разделения используется только часть каждой полосы:

### 3) Параметры на полосах

Для разделения используются два параметра: межканальная разность интенсивностей и межканальная разность фаз.

Межканальная разность интенсивностей (IID) по формуле (14).

В классическом варианте межканальная разность фаз (IPD) по формуле (15), где  $X^*$  означает комплексно сопряженное значение с  $X$  (16).

Однако наилучший вариант достигается при вычислении задержки во временной области путем нахождения сдвига максимума корреляции между сигналами левого и правого каналов исходного стереозвука.

### 4) Вычисление критерия распределения звука по динамикам

В качестве критерия распределения звука по динамикам используется эквивалентное значение межканальной разности уровней сигналов (IIDeq). В зависимости от центральной частоты полосы IIDeq вычисляется так: (17).

Коэффициенты  $k1$  и  $k2$  позволяют управлять расширением звуковой панорамы путем смещения расчетного положения источников звука.

$$IID[b] = 10 \log_{10} \left( \sum_{k=k_b}^{k_{b+1}-1} (X_1[k].re^2 + X_1[k].im^2) \right) - 10 \log_{10} \left( \sum_{k=k_b}^{k_{b+1}-1} (X_2[k].re^2 + X_2[k].im^2) \right) \quad (14)$$

$$IPD[b] = \sum_{k=k_b}^{k_{b+1}-1} X_1[k] \cdot X_2^*[k] \quad (15)$$

$$X^*.re = X.re, X^*.im = -X.im \quad (16)$$

$$IIDeq = \begin{cases} k_2 \Delta N & , \text{freq} < 500 \\ k_1 IID + k_2 \Delta N & , 500 \leq \text{freq} \leq 5000 \\ k_1 IID & , \text{freq} > 5000 \end{cases} \quad (17)$$

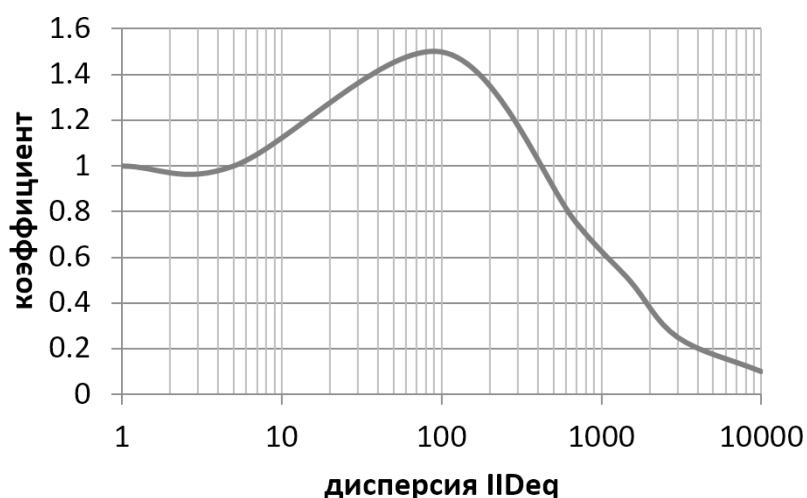
$$\Delta \tau = \frac{500 \cdot |IPD|}{\text{freq} \cdot \pi} \quad (18)$$

Таблица 3. Отрезки и уравнения интерполяции  $\Delta N$  по  $\Delta T$ .

Отрезок	Формула
$0 \leq \Delta T < 1.33$	$\Delta N = (7.5f/1.33f) * \Delta T$
$1.33 \leq \Delta T < 2.33$	$\Delta N = 7.5f - (3.0f/1.0f) * (\Delta T - 1.33f)$
$2.33 \leq \Delta T < 4.00$	$\Delta N = 4.5f + (2.5f/1.67f) * (\Delta T - 2.33f)$
$4.00 \leq \Delta T < 4.75$	$\Delta N = 7.0f - (1.0f/0.75f) * (\Delta T - 4.00f)$
$4.75 \leq \Delta T < 6.00$	$\Delta N = 6.0f + (2.0f/1.25f) * (\Delta T - 4.75f)$
$\Delta T \geq 6.00$	$\Delta N = 8.0f + (2.0f/1.25f) * (\Delta T - 6.0f)$

Таблица 4. Группы динамиков и условия их выбора

№ группы	Список динамиков по классике	Расширение	Условие
1	Center, left-front, right-front	Left-side, right-side	$ II_{Deq}  < 2\text{дБ}$
2	Center, left-front	Left-side, right-front	$2 < II_{Deq} < 7$
3	Center, right-front	Right-side, left-front	$-7 < II_{Deq} < -2$
4	Left-front	Center, left-side	$7 < II_{Deq} < 9$
5	Right-front	Center, right-side	$-9 < II_{Deq} < -7$
6	Left-front, left-side	Center, right-side	$9 < II_{Deq} < 25$
7	Right-front, right-side	Center, left-side	$-25 < II_{Deq} < -9$
8	Left-side	Left-front, right-side	$II_{Deq} > 25$
9	Right-side	Right-front, left-side	$II_{Deq} < -25$

Рис. 6. Зависимость коэффициента коррекции  $II_{Deq}$  от дисперсии  $II_{Deq}$  на полосах

Значение  $\Delta N$  определяется по графику, представленному на рисунке 5 [8]:

В случае определения эквивалентной разности уровней  $II_{Deq}$  по разности фаз IPD величина  $\Delta T$  рассчитывается по формуле:

В случае определения эквивалентной разности уровней  $II_{Deq}$  по сдвигу максимума корреляции величина  $\Delta T$  рассчитывается по формуле:

$$\Delta T = \frac{1000 \cdot |CorPos|}{SampleRate}. \quad (19)$$

Представленная выше кривая разбивается на 6 отрезков и пересчет  $\Delta T$  в разность уровней выполняется путем линейной интерполяции (таблица 3).

Полученное значение  $\Delta N$  берется со знаком разности фаз (18), либо со знаком сдвига максимума корреляции (19).

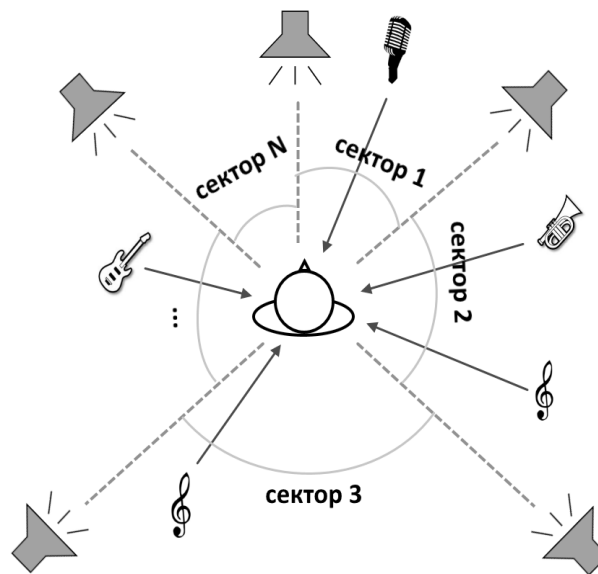


Рис. 7. Разделение пространства на сектора

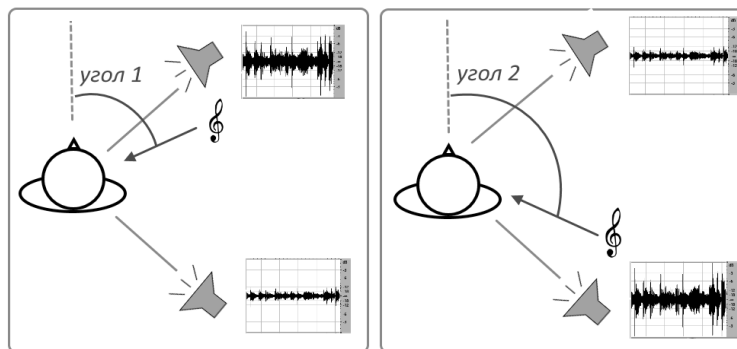


Рис. 8. Позиционирование виртуального источника звука в секторе

Далее, в зависимости от дисперсии  $II_{Deq}$  на полосах в текущей выборке, выполняется динамическая коррекция значений  $II_{Deq}$  согласно следующей экспериментальной зависимости (рисунок 6):

#### 5) Разделение полос между динамиками

Пространство вокруг слушателя делится на сектора в соответствии с количеством реальных динамиков (рисунок 7). Виртуальные источники звука отображаются в секторах в соответствии со значением  $II_{Deq}$ , полученным ранее.

Каждый виртуальный источник звука воспроизводится несколькими реальными динамиками. Основное звучание формируется двумя реальными динамиками, образующими границы сектора (рисунок 8), остальные

динамики формируют звук поддержки, обеспечивающий стабильность источника и гладкость звуковой сцены в целом (при совпадении виртуального источника звука с реальным динамиком основное звучание формируется одним динамиком).

Правильное позиционирование источника звука в секторе обеспечивается выбором соответствующих амплитуд сигналов динамиков, определяющих границы сектора (рисунок 8).

При разложении стереозвука в многоканальный звук формата 5.1 выделяется 9 групп динамиков. Выбор группы осуществляется по значению  $II_{Deq}$ . По результатам экспериментов классические группы динамиков [8] были расширены динамиками, формирующими звук поддержки. Номера групп определяются следующими условиями, также представленными в таблице 4.

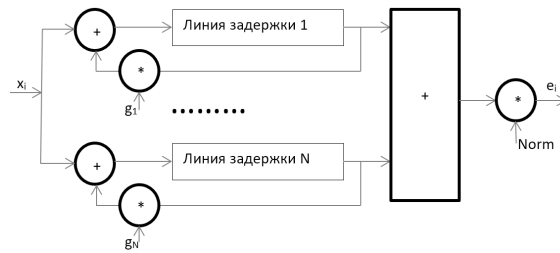


Рис. 9. Схема мультилинейного цифрового ревербератора

Для полос с центральной частотой ниже 2кГц (голосовой диапазон) вводится ограничение по разделению: данные частотные полосы не могут быть направлены полностью назад, чтобы источник вокала не пропадал с привычной для слушателя передней сцены. Поэтому, если они попадают в группы с номером 8 или 9, номер группы уменьшается на 2.

Значение  $II_{Deq}$  обладает значительной временной нестабильностью, что может приводить к разрывам формируемой звуковой панорамы. Для коррекции проблемы «непрерывности» звучания было введено сглаживание во времени. Алгоритм сглаживания по 20 выборкам (количество выборок является параметром алгоритма, определенным в результате экспериментов) выбирает группу активных динамиков и коэффициент усиления для них. Если происходит смена активной группы динамиков, то формируется плавное затухание звучания в предыдущей группе активных динамиков и плавное нарастание в новой активной группе. Дополнительно выполняется фильтрация разделения по частотным полосам.

б) Формирование сигналов 5.1

Спектр сигнала разложения формируется для каждого канала многоканального звука. Спектр полосы разложения исходного стереосигнала суммируется со спектрами сигналов выбранных каналов многоканального звука с учетом весов. В случае использования полос с частотным перекрытием при суммировании используется весовая оконная функция:

$$W_i = \frac{1 - \cos((2 \cdot \pi \cdot i) / (\text{windowLength} - 1))}{2}$$

При формировании звука, относящегося к центральному каналу, суммирование ведется без учета фаз звукового сигнала правого канала исходного стереозвука. Специальная процедура суммирования введена из-за того, что при суммировании звука с равными весами, но находящегося в противофазе, приводит к получению нулевого уровня.

Аналогичная процедура суммирования выполняется и при формировании звука LFE-канала. Он формируется как сумма звука левого и правого каналов исходного

стереозвука, взятого с равными весами в полосе частот от 0 до 150Гц.

7) Формирование эха

Разработано несколько схем формирования ревербераций. Наилучшие результаты получены при формировании ревербераций на основе применения свертки с импульсной характеристикой моделируемого зала и мультилинейного цифрового ревербератора.

7.1) Реверберации на основе импульсной характеристики

Эхо формируется из моно-сигнала, получаемого как взвешенная сумма спектров каналов исходного стереосигнала:

$$X_m = w_1 X_1 + w_2 X_2$$

В классическом варианте выполняется декорреляция полученного моно-сигнала путем пропуска его через всепропускающий фильтр с импульсной характеристикой, описываемой уравнением:

$$h_d[n] = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{N/2} \cos\left(\frac{2\pi kn}{N} + \frac{2\pi k(k-1)}{N}\right)$$

Экспертное тестирование показало, что применение всепропускающего фильтра снижает «приятность» синтезируемого сигнала. Поэтому в рабочей версии ПО от применения данного фильтра пришлось отказаться.

Спектр моно-сигнала переводится во временную область, после чего выполняется операция свертки полученного сигнала с импульсной характеристикой выбранного помещения. Для каждого канала может быть задана собственная импульсная характеристика.

Сформированный эхо-сигнал добавляется к основному сигналу соответствующих каналов. Для увеличения согласованности спектров прямого и отраженного сигналов, основной сигнал также может быть обработан фильтром, полученным из выбранной импульсной характеристики.



## 7.2) Реверберации на основе мультилинейного цифрового ревербератора

Схема мультилинейного цифрового ревербератора представлена на рисунке 9:

Длительности линий задержки возрастают. Коэффициенты усиления определены экспериментально:

$$g_i = -0,9; g_i = g_{i-1} * k, \text{ где } k = 0,99 \dots 0,97.$$

Коэффициент нормировки равен сумме коэффициентов усиления  $g_i$ .

Дополнительно входящий сигнал  $x_i$  может быть обработан эквалайзером, а результирующий эхо-сигнал  $e_i$  задержан на заданное время.

Наиболее естественное эхо формируется при коэффициенте  $k = 0,98$  и количестве линий задержки от 10 до 16.

## 8) Дополнительные обработки

Дополнительная обработка включает в себя:

- ◆ Применение эквалайзера, позволяющего слушателю придать системе звучание, наиболее приятное для себя. Предполагается, что для каждого канала системы может быть подобран собственный эквалайзер. Также эквалайзер может быть использован для исправления АЧХ динамиков;
- ◆ Применение импульсного фильтра, позволяющего компенсировать характеристику помещения, в котором происходит прослушивание, а также моделировать звучание, соответствующее выбранному помещению;
- ◆ Применение лимитера, позволяющего исправлять значения отсчетов сигнала, при выходе их

за допустимый диапазон значений без внесения в сигнал клиппирования.

## Аудиторские испытания

Испытания проводились в специально оборудованном помещении с привлечением пяти экспертов по звуку. Для сравнения брались многоканальные записи, полученные на системах Pro Logic, Pro Logic II и записи, полученные в соответствии с предложенным методом. Испытания проводились на записях разных музыкальных жанров (классика, поп-музыка, рок, джаз).

В слепом тесте эксперты единогласно отдали звуку системы Pro Logic третье место. Относительно Pro Logic II и предложенного метода единого мнения получено не было. Трое экспертов отдали предпочтение звуку, сформированному по предложенному методу, один — системе Pro Logic II и один эксперт оценил качество звучания как «одинаково хорошее».

Однако все эксперты отметили большую ширину звуковой сцены, формируемой согласно предложенному методу.

Результаты проведенных испытаний позволяют говорить о возможности применения предложенного метода в системах формирования объемного звучания.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность заслуженному деятелю науки РФ, доктору технических наук, профессору кафедры радиосвязи и вещания СПбГУТ, Ковалгину Юрию Алексеевичу за ценные советы при планировании и проведении исследования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. M. R. Bai, G.-Y. Shih, and J.-R. Hong, «Upmixing and downmixing two-channel stereo audio for consumer electronics,» IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. 53, no. 3, pp. 1011–1019, Aug. 2007.
2. R. Irwan, R. M. Aarts, «Two-to-five channel sound processing,» J. Audio Eng. Soc., vol. 50, no. 11, pp. 914–926, Nov. 2002.
3. ITU-R BS.1534–1, Method for the Subjective Assessment of Intermediate Quality Levels of Coding System, Jan. 2003.
4. B. Widrow, S. D. Stearns, Adaptive Signal Processing, Prentice-Hall, 1985.
5. I. T. Jolliffe, Principal Component Analysis, Springer, Heidelberg, 2002.
6. M. Bosi, R. E. Goldberg, Introduction to Digital Audio Coding and Standards, Kluwer Academic Publishers, Dec. 2002.
7. C. J. Chun, Y. G. Kim, J. Y. Yang, H. K. Kim, Real-Time Conversion of Stereo Audio to 5.1 Channel Audio for Providing Realistic Sounds, International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition, Vol. 2, No. 4, pp.85–94, Dec. 2009
8. Ковалгин Ю. А., Вологдин Э. И., Аудиотехника. Учебник для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2013

# САМОДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКИХ УЗЛОВ АВТОРОБОТА В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ АБДУКЦИИ

## SELF-DIAGNOSTICS OF TECHNICAL NODES OF THE AUTOMOBOT IN THE CONDITIONS OF INCOMPLETE INFORMATION IS BASED ON ABDUCTION

**D. Akimov**  
**A. Dyatchenkova**  
**V. Sachkov**

*Summary.* The article describes the development of a software message bus model to provide the driver with detailed information. A scheme for recognizing the basic linguistic invariants in the interactive mode for the driver of the leading vehicle is proposed with the purpose of technical diagnostics of the autorobots of the column in the native mode and automatic synthesis of the recommended sequence of actions with the possibility of correcting the decision taken. The article defines the requirements for the input parameters of the simulation model, validates the types of agents for processing the control commands of autorobots and makes a management decision for the entire motorcade using intelligent methods based on the situation parameters. The trivial algorithm of the agent's behavior based on the decision-making algorithm and the method of its implementation are developed so that each autobot performs self-diagnostics autonomously, using an on-board computer

*Keywords:* support for decision-making, column of autorobots, performed car, self-test, failure, non-situation situations, dialogue sequence, linguistic invariants, cbow, synthesis of messages, detailed information

**Акимов Дмитрий Александрович**  
К.т.н., МГТУ МИРЭА (Москва)  
akimovdmitri@gmail.com

**Дятченкова Анастасия Юрьевна**  
Аспирант, МГТУ МИРЭА (Москва)  
futurama\_07@bk.ru

**Сачков Валерий Евгеньевич**  
Аспирант, МГТУ МИРЭА (Москва)  
megawatto@gmail.ru

*Аннотация.* В статье описана разработка модели программной шины самодиагностики технических узлов авторобота для предоставления водителю детальной информации о возможной нештатной ситуации. Предложена модель абдуктивного логического вывода распознавания базовых неисправностей с возможностью детализации информации в диалоговом режиме для водителя ведущего транспортного средства.

*Ключевые слова:* самодиагностика, колонна автороботов, беспилотный автомобиль, самотестирование, отказы, нештатные ситуации, диалоговая последовательность, синтез сообщений, детализация информации.

## Введение

При движении колонны автороботов одной из критических задач является самодиагностика автороботов и контроль окружающей обстановки для предотвращения или минимизации ущерба при возникновении нештатных ситуаций при движении. Были проанализированы существующие методы: расширенный фильтр Калмана, вероятностные методы в сочетании с гипотезой Маркова, Semi-Global matching, нелинейная оптимизация с помощью нейронных сетей, оценки обнаружения отказов в соответствии с критерием Неймана-Пирсона [1, 2, 3]. Данные методы применяются в компаниях TERRAMAX (США) и Volvo Truck Corporation (Швеция). Рассмотренные подходы и методы не в полной мере отвечают требованиям необходимого анализа ситуации, ее прогнозируемых состояний,

что существенно сужает границы применения таких систем.

Применение абдукционного логического вывода при тестировании мобильных автороботов освещается в публикации [6], так же показан алгоритм выбора гипотез конкретной поломки. В [7, 8] были продемонстрированы возможности нечетких нейронных сетей решать задачи распознавания нештатных ситуаций в реальном времени. Таким образом, приведенные технические решения говорят в пользу построения гибридных логических методов.

## 2. Системы диагностики

Для условий эксплуатации важным является понятие работоспособного технического состояния, когда авто-

робот может выполнить все заданные функции с сохранением работоспособности.

Основной задачей технической диагностики является повышение надежности авторобота на этапе их эксплуатации.

Причины неисправного и неработоспособного технического состояния авторобота могут быть детализированы путем указания соответствующих дефектов, нарушающих исправность, работоспособность или правильность функционирования и относящихся к одной или нескольким составным частям авторобота.

На сегодняшний день существует много систем диагностики, решающих данные задачи. Но если задачу диагностики рассматривать не только как задачу обнаружения дефектов авторобота, но и как задачу выявления самих причин появления этих дефектов, то для ее решения следует разработать систему формирования причинно-следственных связей. В этом случае по внешним факторам уже сложившейся ситуации можно определять действия и/или причины, повлиявшие на работоспособную техническую систему и приведшие к ее неисправному состоянию.

### 3. Абдуктивный логический вывод

*Абдукция* — это правдоподобный вывод от частного к частному. Другими словами это процесс вывода высказывания, которое объясняет данное высказывание.

Данный логический метод вывода для своей работы использует *аналитическое обучение*, которое основано на правилах и описаниях предметной области, т.е. на *теории предметной области*. Целью такого обучения является улучшение результативности исполнителя (она может быть нулевой). На основе знаний некоторой предметной области, вырабатывается объяснение, уточняющее, почему рассматриваемый пример является отражением, конкретизацией, изучаемого понятия, а затем неоперациональное определение данного понятия с использованием правил вывода преобразуется в операциональное описание.

Пример 1. Даны посылки:

- 1) Коробка переключения передач (КПП) обеспечивает переключение передач
- 2) Сцепление обеспечивает работу КПП

Используя правила логики получаем следствие:  
Для переключения передачи нужно сцепление.

Исходная посылка: Коробка переключения передач (КПП) обеспечивает переключение передач.

Получен результат: Для переключения передачи нужно сцепление.

Далее рассуждаем так: чтобы этот результат был следствием исходной посылки, необходимо в состав посылок добавить гипотезу «Сцепление обеспечивает работу КПП». Поиск такой посылки как раз и есть абдуктивный вывод.

Рассмотрим основные алгоритмы абдуктивного метода.

### 4. АЛГОРИТМ ПОИСКА АБДУКТИВНЫХ ВЫВОДОВ

Пусть даны исходные посылки неисправности редуктора и предполагаемое следствие (неисправность), например,  $P \rightarrow Q$ . Тогда справедливо выполнение следующих действий.

1. Построить структуру с исходными посылками и затем вывести контрапозиции к каждой из посылок.
2. Проверить существование в полученной структуре пути из  $P$  в  $Q$ . Если такого пути нет, то переход к шагу 3, иначе выход из алгоритма с ответом «Для данной задачи абдуктивный вывод не требуется».
3. Используя построенную на шаге 1 структуру, построить верхний конус  $P^A$  и нижний конус  $Q^V$ .
4. Из полученных на шаге 4 множеств записать все возможные пары  $(X_i, Y_j)$ , где  $X_i \in P^A$  и  $Y_j \in Q^V$ .
5. Для каждой пары, полученной на шаге 4, проверить, используя теорему 5 из [32], корректность гипотезы  $X_i \rightarrow Y_j$ . Если гипотеза некорректна, то соответствующая пара исключается из списка. Оставшиеся пары являются возможными вариантами ответа. Конец алгоритма.

Дадим неформальное пояснение к алгоритму. С помощью этого алгоритма определяются недостающие звенья цепи  $P \rightarrow \dots \rightarrow Q$ , так как разрывы в этой цепи означают, что суждение  $P \rightarrow Q$  не является следствием исходных посылок. Список пар, полученных на шаге 4, является полным списком этих недостающих звеньев, т.е. гипотез. Но некоторые из них могут быть некорректными, поэтому необходим шаг 5.

1. Из множества правил находится правило, содержащее целевое утверждение.
2. Из найденного правила на шаге 1 формируется пара  $\langle Q_i, \Delta_i \rangle$ . Левая часть содержит множество подцелей (дизъюнкты выбранного правила без дизъюнкта, характеризующего целевое утверждение). Правая часть содержит множество абдуктивов, изначально равное нулю.
3. Из списка существующих правил производится поиск утверждения, которое исключает одну

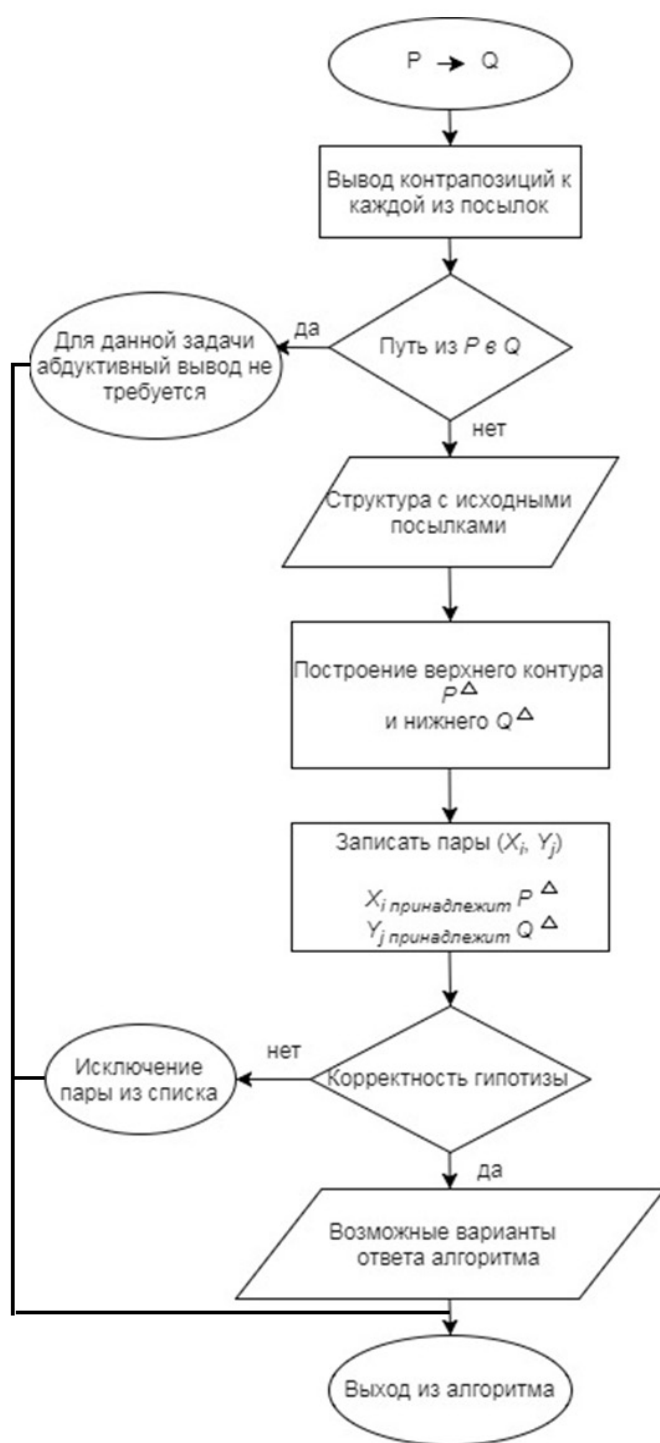


Рис. 1. Представление алгоритма поиска абдуктивных выводов

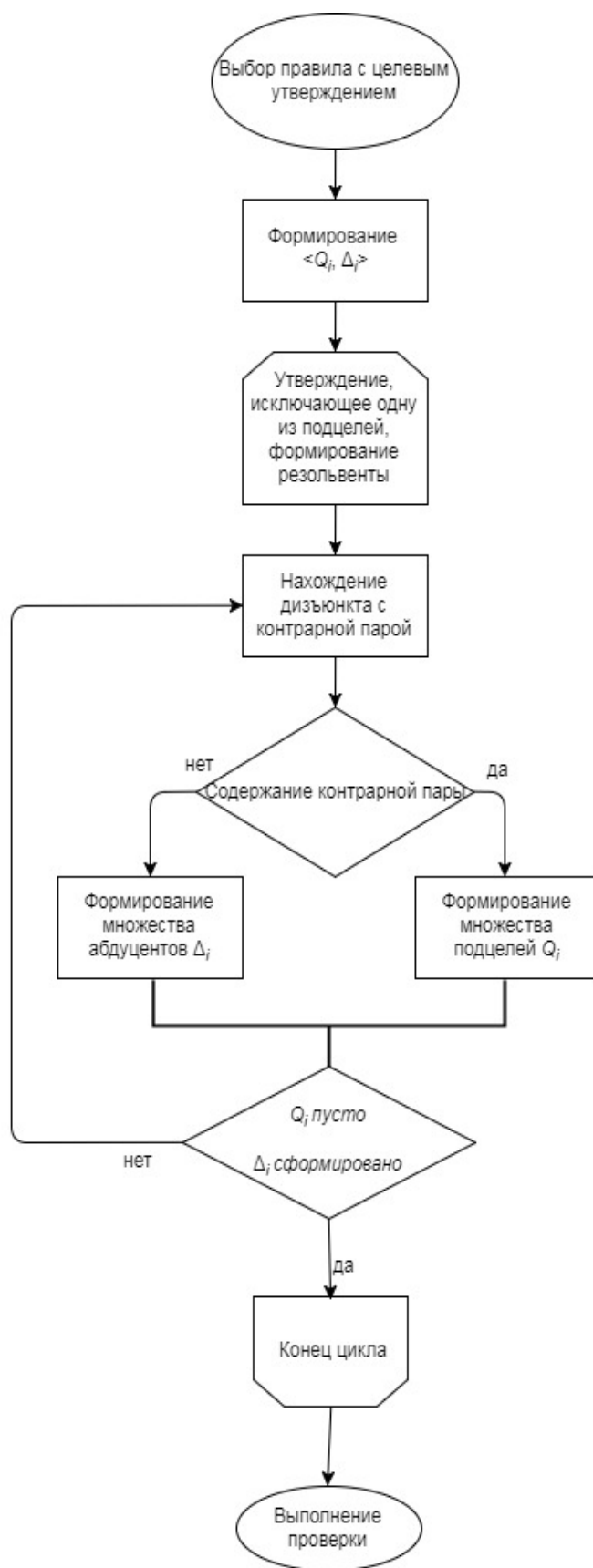


Рис. 2. Алгоритм решения задачи абдукции

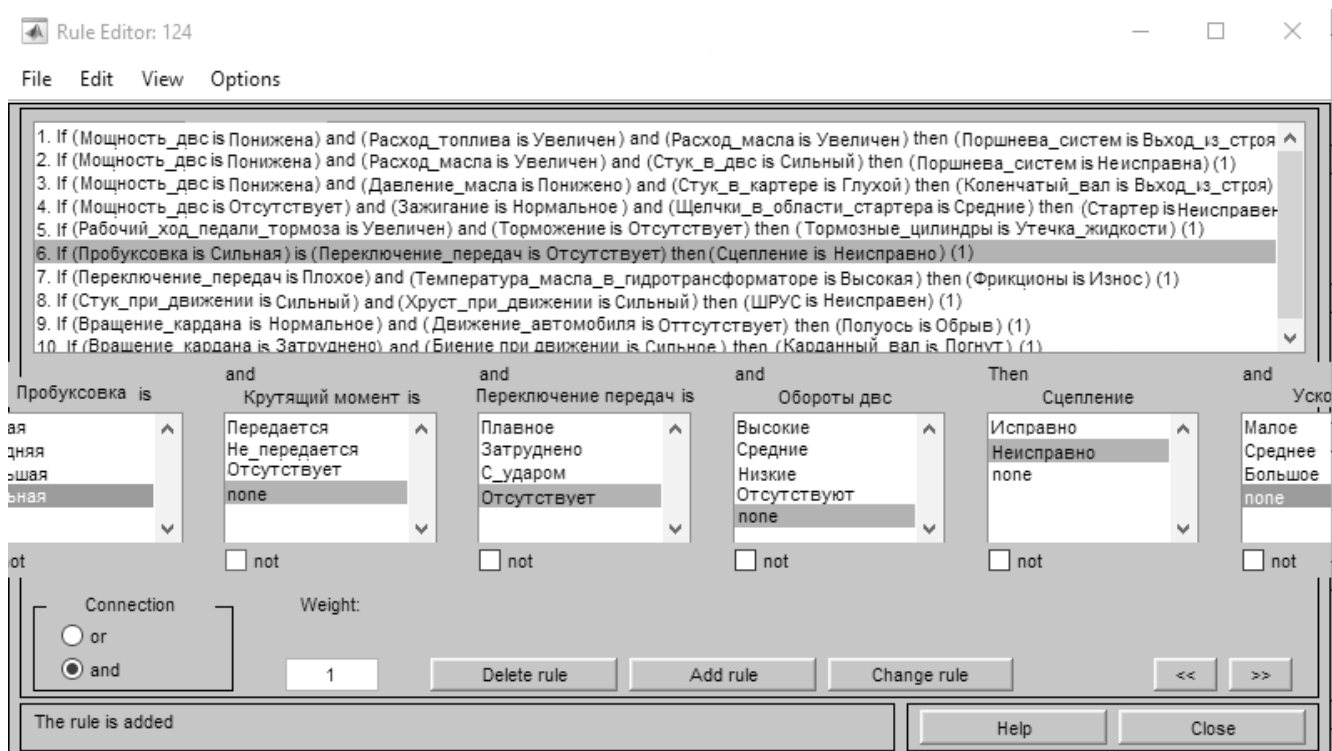


Рис. 3. Форма ввода правил при моделировании отказов

из подцелей, образуя резольвенту после выполнения процедуры унификации.

4. Если для некоторой подцели в множестве предпосылок (правил, фактов) находятся два дизъюнкта, содержащих две контрарные пары для данной подцели, для каждой пары образуются после унификации соответствующие резольвенты, которые включаются в оставшееся множество подцелей, объединенных оператором ИЛИ. Таким образом, формируется новое подмножество подцелей.
5. Если среди элементов множества подцелей найдутся дизъюнкты, не имеющие контрарных пар в множестве предпосылок, эти дизъюнкты переносятся в множество абдуктивов.
6. Цикл из шагов 3–5 повторяется до тех пор, пока множество подцелей не станет пустым, и окончательно сформируется множество абдуктивов.
7. Осуществляется проверка. Полученное множество абдуктивов добавляется в базу знаний в качестве второстепенных посылок. Тогда целевое утверждение становится доказуемым с помощью дедукции.

Рассмотренный метод допускает также реализацию, в которой абдуктивные выводы могут содержать термины, не входящие в первоначальную структуру, т.е. когда в качестве гипотез выбираются не базовые, а частные су-

ждения. Данная реализация возможна при построении интеллектуальных систем принятия решений с использованием систем искусственного интеллекта.

### 5. Построение базы знаний для предупреждения о нештатной ситуации

Ценностью системы принятия решений по коррекции нештатных ситуаций для автороботов так же является возможность задать вопрос и получить на него разумный ответ. Система должна уметь накапливать и использовать информацию, то есть знания, заложенные в неё специалистами.

Основной идеей данной системы является её структурирование до необходимой степени и установление связей между отдельными структурными единицами информации.

Для начала создадим модель базы знаний в MathLab/

Факты, с которыми работает система, имеют сложную структуру, см. Рис. 4. В случае, когда факт включает в себя и вопрос и ответ на него, будем говорить, что имеем дело с полным фактом. Если факт содержит только вопрос без ответа, то это — неполный факт. Процесс дополнения неполного факта до полного — поиск ответа на заданный вопрос.

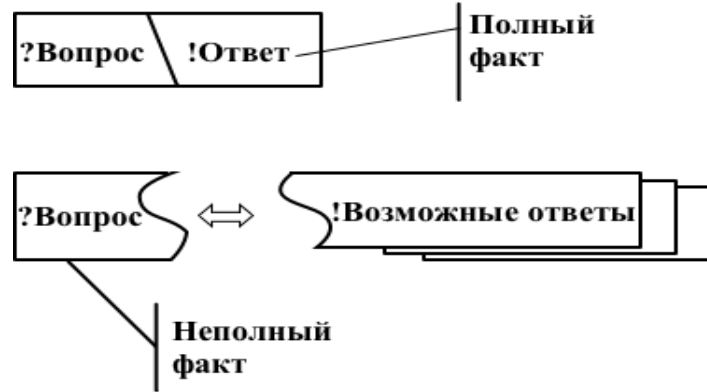


Рис. 4. Структура фактов

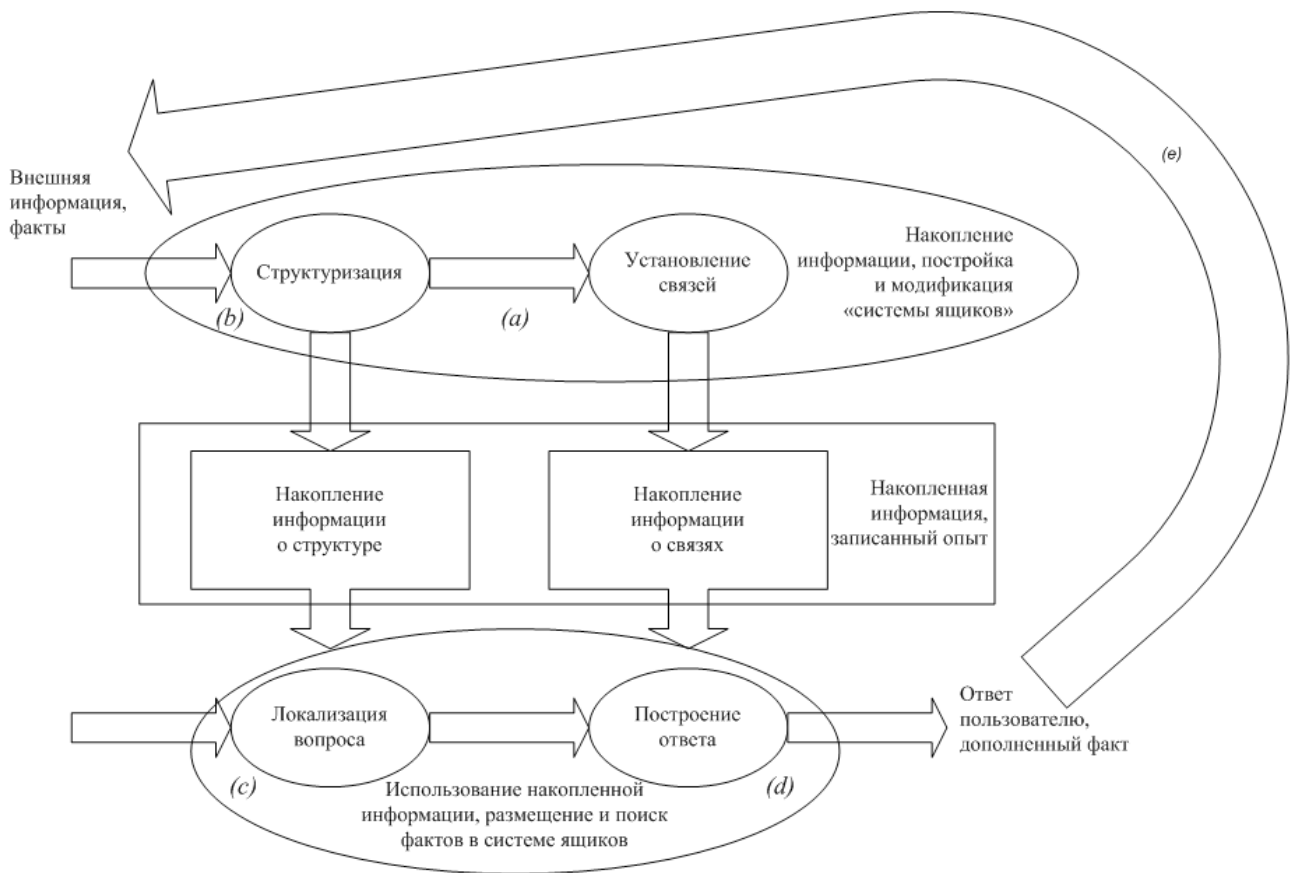


Рис. 5. Схема информационных потоков в рамках методики обслуживания модуля абдукции

На Рис. 5. изображена схема, иллюстрирующая принцип работы системы. Процесс накопления и извлечения информации состоит из нескольких частей:

- (a) Накопление полных фактов и их размещение в элементах концептуальной схемы.
- (b) Локализация вопросов в установленной структуре знаний.
- (c) Получение ответов на вопросы — по неполному факту, локализованному в структуре знаний, вос-

становливается недостающая часть факта, то есть, ответ на заданный вопрос. При этом используется информация о связях между элементами.

- (d) Внесение изменений в структуру знаний, на основании новых фактов, внесенных в систему, и опыта, приобретенного системой в результате её работы.

Внешняя информация, представляющая собой опыт эксперта, сначала структурируется, то есть разбивает-

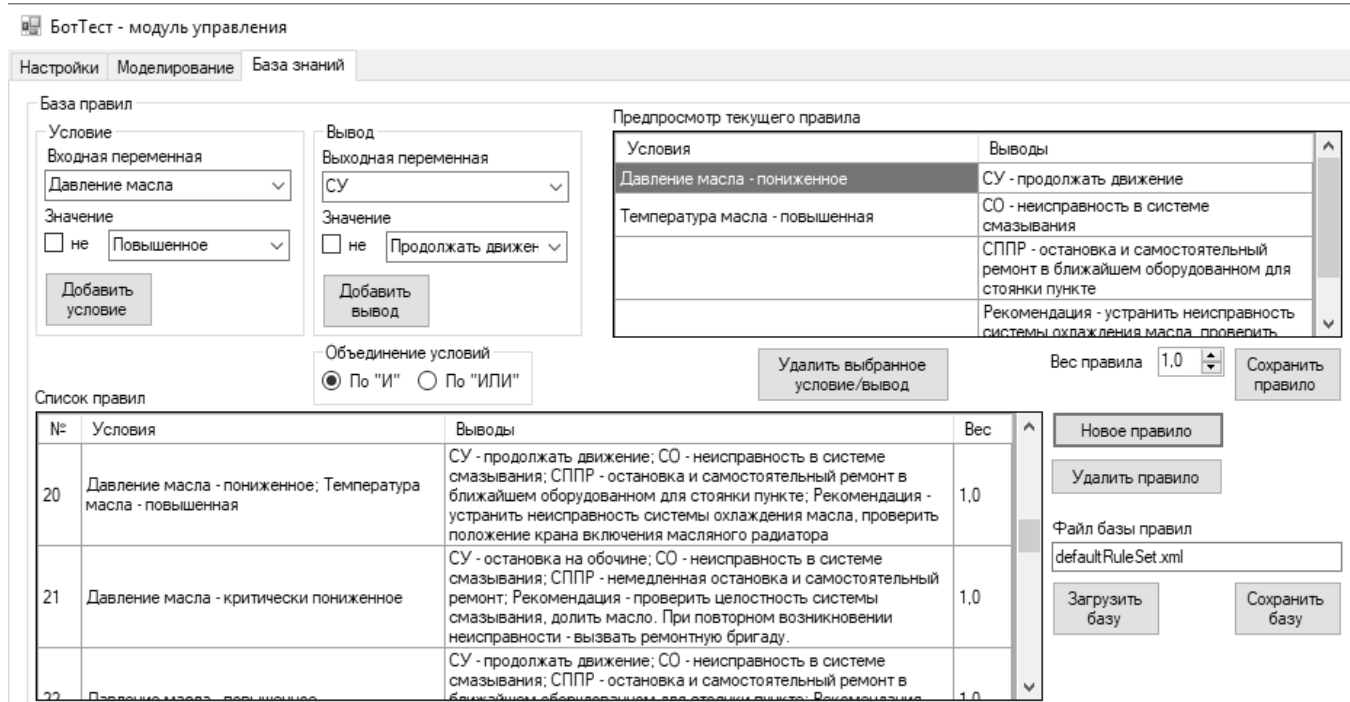


Рис. 6. Пример работы программного обеспечения модели автоколонны

ся на иерархически взаимосвязанные элементы. Затем происходит установление и корректировка связей между элементами. В результате накопленная информация об опыте экспертов приобретает два качества — структуру и взаимосвязь между элементами этой структуры.

Использование накопленного опыта происходит следующим образом: из вопроса пользователя выделяются элементы, которые определенным образом соотносятся с имеющейся структурой накопленной информации; далее на основании накопленной информации о связях в структуре знаний восстанавливается недостающая

часть внешней информации, то есть, ответ на поставленный вопрос.

### ВЫВОДЫ

Представлена разработка модели программной шины самодиагностики технических улов авторобота для предоставления детальной информации водителю о возможной нештатной ситуации.

Рассмотрена модель применения абдуктивного логического вывода для возможности распознавания базовых

вых неисправностей с детализацией информации в диалоговом режиме.

Построена модель базы знаний для предупреждения при нештатных ситуациях, сформирована база правил для вывода в диалоговый режим для помощи водителю.

Описание неисправности авторобота представляется в виде естественно-языкового сообщения, что облегчает восприятие ситуации водителем. Для более детальной

информации водитель осуществляет речевой диалог по процедуре уточнения информации о неисправности..

Результаты работы модели могут быть использоваться для создания диагностических комплексов с естественно-диалоговым интерфейсом. В сложных и экстремальных ситуациях диалоговый формат детализации информации о неисправностях позволит точнее принять решение для устранения последствий поломки в системе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Spangenberg, R., Langner, T., Rojas, R.: Weighted semi-global matching and centersymmetric census transform for robust driver assistance. In Wilson, R., Hancock, E., Bors, A., Smith, W., eds.: *Computer Analysis of Images and Patterns*. Volume 8048 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg (2013) pp. 34–41.
2. Планирование локальной траектории на карте проходимости автомобиля-робота в реальном времени. Сборник «ПО универсального автопилота». 2014. <http://www.kb-avrora.ru/projects/po-universalnogo-avtopilota.html>
3. John Leonard, Jonathan How, Seth Teller. A Perception-Driven Autonomous Urban Vehicle, *Journal of Field Robotics*, 2008, pp. 1–48.
4. Ge, S.S. and Cui, Y.J. (2000) 'New potential functions for mobile robot path planning', *Transactions on Robotics and Automation*, Vol. 6, No. 5, pp. 615–620.
5. M. A. Porta Garcia, Oscar Montiel, Oscar Castillo, Roberto Sepúlveda, Patricia Melin, Path planning for autonomous mobile robot navigation with ant colony optimization and fuzzy cost function evaluation, *Applied Soft Computing*, v.9 n.3, p.1102–1110, June, 2009
6. Rulong, X., Qiang, W., Lei, S. and Lei, C. (2011) 'Design of multi-robot path planning system based on hierarchical fuzzy control', *Procedia Engineering*, Vol. 15, pp. 235–239.
7. Ostroukh A., Nikonov V., Ivanova I., Sumkin K., Akimov D. Development of contactless integrated interface of complex production lines. *Journal of Artificial Intelligence*. 2014. Т. 7. № 1. С. 1–12.
8. Akimov D., Krug P., Ostroukh A., Ivchenko V., Morozova T., Sadykov I. The Simulation Model of Autonomous Truck Caravan Movement in Terms of an Extreme and Non-Stationary Environment. *International Journal of Applied Engineering Research* ISSN0973–4562 Volume 11, Number 9 (2016) pp/ 6435–6440.
9. Mikolov, Tomas; Yih, Wen-tau; Zweig, Geoffrey (2013). «Linguistic Regularities in Continuous Space Word Representations.». *HLT-NAACL*: pp. 746–751.
10. Ахтеров А. В., Кирильченко А. А., Петрин А. А., Пряничников В. Е.. Реализация в информационно-измерительных системах концепции виртуальных датчиков. // Информационно-измерительные и управляющие системы. (Интеллектуальные адаптивные роботы. Вып.1). М.: Радиотехника, 2009, т. 7, № 6, с. 72–76.
11. Артамонов И. М. Повышение производительности вычислительной сети с использованием моделирования процесса выполнения заданий [Электронный ресурс] / И. М. Артамонов // *Телематика*. 2006. [Режим доступа: [http://tm.ifmo.ru/tm2006/db/doc/get\\_thes.php?id=246](http://tm.ifmo.ru/tm2006/db/doc/get_thes.php?id=246)].
12. Блинова В. М. Метод диагностики сетей передачи данных на основе иерархического кластерного анализа. // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. № 22012, стр. 48–53.

© Акимов Дмитрий Александрович ( [akimovdmritri@gmail.com](mailto:akimovdmritri@gmail.com) ), Дятченкова Анастасия Юрьевна ( [futurama\\_07@bk.ru](mailto:futurama_07@bk.ru) ),

Сачков Валерий Евгеньевич ( [megawatto@gmail.ru](mailto:megawatto@gmail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЯ УСПЕШНОГО ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ

## MODEL FOR CALCULATING THE INDICATOR OF SUCCESSFUL ACHIEVEMENT OF THE GOAL

V. Gamov

*Summary.* The model of calculation of the indicator of successful achievement of the goal by organizational structures of enterprises and organizations is considered. The basic approaches to solving the problems of modeling the processes of creating and optimizing such structures are described. Modeling is carried out using methods developed by the author and used in operating organizations, based on computer modeling using factor analysis.

*Keywords:* Modeling, simulation model, optimization, organizational structure, full-time position, technological schedule, quality index, algorithmic description.

Гамов Владислав Юрьевич

К.воен.н., АО «Научно-исследовательский и опытно-экспериментальный центр интеллектуальных технологий «Петрокомета», Государственная корпорация «Ростех» Санкт-Петербург  
gamov.vladislav@gmail.com

*Аннотация.* Рассматривается модель расчета показателя успешного достижения цели организационными структурами предприятий и организаций. Излагаются основные подходы к решению задач моделирования процессов создания и оптимизации таких структур. Моделирование проводится с помощью методов, разработанных автором и применяемых в эксплуатирующихся организациях, на основе компьютерного моделирования с использованием факторного анализа. Описываются методы и способы построения алгоритмов моделирования и оптимизации.

*Ключевые слова:* Моделирование, имитационная модель, оптимизация, организационная структура, штатная должность, технологический график, показатель качества, алгоритмическое описание.

## Введение

**В** настоящее время с появлением сложных организационно-технических систем, процессов разработки, проектирования, конструирования, изготовления, испытаний и эксплуатации изделий решается задача создания мобильных и наиболее эффективных организационных структур (ОС) предприятий и организаций (далее — структур), которые обеспечивают сопровождение изделий на всех этапах их жизненного цикла.

Назрела необходимость разработки методологических основ создания таких структур с точки зрения оптимального сочетания персонала структур с технической составляющей предприятий и организаций с одной стороны и с другой стороны для эффективного использования этих структур в сопровождении жизненного цикла изделий (ЖЦИ). Это является основным принципом моделирования таких структур.

Рассмотрим ОС для производств и организаций технических отраслей, где создаются сложные технические системы, которые будем в дальнейшем называть изделиями. Создание изделий, их испытаний и эксплуатация являются процессами ЖЦИ. Такие процессы состоят из частных процессов или работ, выполняемых в рамках технологических графиков (ТГ). Эти работы выполняются специалистами, размещенными на штатных должностях в ОС, и составляют ресурс специалистов. Под такими структурами понимается ограниченная совокупность устойчивых количественных и качественных характеристик предприятия, определяющих его состав, функцио-

нальное предназначение, взаимосвязь, взаимное расположение и подчиненность структурных элементов.

## 1. Исходные данные для моделирования

ТГ состоит из  $n$  операций, в каждой из которой используются специалисты. Специалисты подразделяются по типам специализаций и уровню образования  $N_A$  и  $N_B$ . Число специалистов в каждой специализации обозначим  $i$ .

Определим оптимальный ресурс штатных должностей (ШД) по специализациям и по уровню образования. Для этого фиксируем тип ресурса ШД. Под типом ресурса будем понимать специализацию конкретной ШД. И по всем состояниям проводим сравнение степеней принадлежности множеств специалистов для выбора наименьшего из них с целью получения гарантированного результата. Получаем ограничение количества ШД по специализациям  $N_{min}$ . Среди всех зафиксированных минимальных значений  $j$  возьмем максимальное значение количества ШД по одной специальности. Пометим найденное состояние  $N_{min_j}$ . Аналогично проводим операции по всем другим специальностям  $N_{min_L}$ , где  $L$  — количество специальностей в группе специалистов (ГС). В виду равноценности ресурсов ШД по одному и тому же типу находим степень с минимальным значением. Тогда конечное выражение будет иметь вид для высоко профильных специальностей:

$$N_{Ai}^L = \max_i \min_j \left\{ \left\langle N_{Ai}^L \right\rangle_j \right\} \quad (1)$$

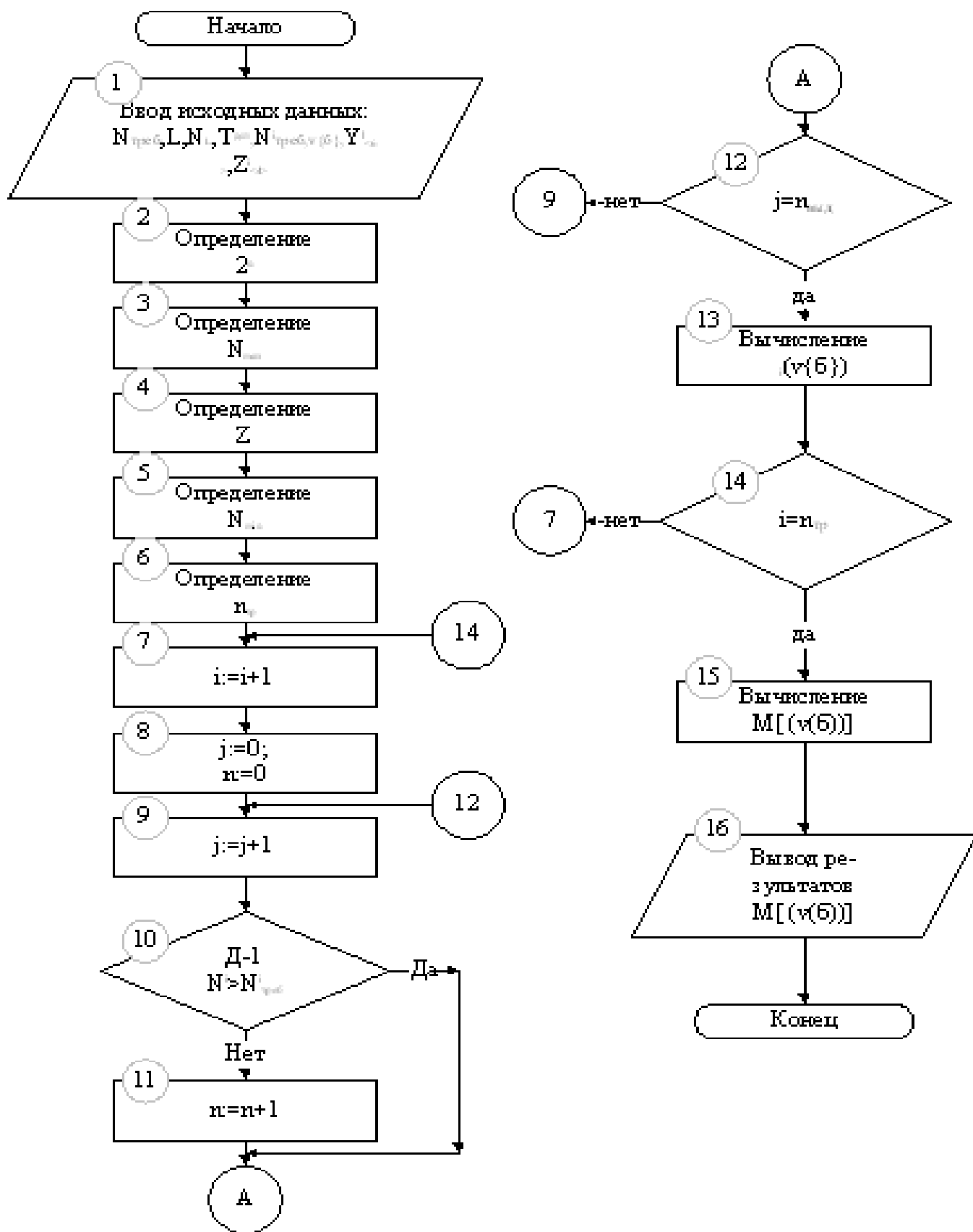


Рис. 1. Структурная схема алгоритма ИМ вариантов структур

и, соответственно для низко профильных:

$$N_{Bi}^L = \max_i \min_j \left\{ \left\langle N_{Bi}^L \right\rangle_j \right\} \quad (2)$$

Получили оптимальные варианты структур с различными сочетаниями ШД в зависимости их количества по категориям и специальностям.

## 2. Определение показателя качества

Для сравнения возможных оптимальных вариантов структур (полученных при минимаксной оптимизации) с требуемым количеством ШД для различных состояний, с целью выбора рациональной структуры, необходимо, в первую очередь, определить показатели качества процесса функционирования структур.

Характерной особенностью процесса функционирования структур является наличие целого ряда случайных факторов, обусловленных состоянием структур, проведением внеплановых работ ТГ и отсутствием специалиста на своей ШД [1, 2]. В целях обеспечения достаточного соответствия разработанной математической модели структур реальной необходимо имитировать и реально существующую неопределенность, обусловленную воздействием на параметры случайных факторов.

Учет случайных факторов позволяет осуществить метод имитационного моделирования (ИМ) [3], который и был выбран для расчета показателя результативности структур.

## 3. Модель расчета

Для реализации метода ИМ была разработана имитационная модель процесса выделения ШД из структур в различных состояниях, отображающая его в формализованной форме с помощью алгоритмического описания (см. рис. 1).

Рассмотрим его структуру и последовательность работы блоков алгоритма.

Блок1 осуществляет ввод данных, необходимых для оценивания показателя результативности — степени выполнения операции выделения ШД в ГС. В качестве исходных данных рассматриваются:

$N_{треб}$  — требуемое количество ШД в ГС;  
 $L$  — число специальностей в ГС;  
 $N_L$  — число ШД  $L$ -й специальности;  
 $T^{дон}$  — допустимое время выделения ШД;  
 $y_{(6)}^i = \langle N_A^i, N_B^i, P_A^i, P_B^i, C^i \rangle$  — вектор характеристик структур,

$z_{(4)}^i = \langle y_{(6)}^i, y_{(3)}^{BP}, \partial_{min}^i, \partial_{max}^i \rangle$  — вектор характеристик  $L$  типов ШД;

$v_j \sigma_j^i$  — вариант структуры;

$N_{треб}^i$  — требуемое количество ШД по типам специальностей и квалификации для заданного состояния структуры.

Блок 2 рассчитывает мощность множества вариантов структур  $2^n$  для допустимого времени выделения ШД.

Блок 3 определяет максимально возможную структуру  $N_{max}$  для ГС, суммируя ШД для всех ГС.

Блок 4 определяет все возможные состояния  $z$  структуры.

Блок 5 определяет минимально-допустимый состав структуры  $N_{min}$ .

Блок 6 определяет число требуемых испытаний  $n_{пр}$  при котором будут обеспечены заданные точность и надежность показателя результативности. При этом под точностью понимается половина  $\delta$  длины доверительного интервала, а под надежностью — вероятность  $P_D$  того, что истинное значение параметра окажется принадлежащим указанному интервалу (доверительная вероятность). Для этого воспользуемся формулой [4]

$$n_{пр} > k(P_D) (\sigma_g / \delta)^2, \quad (3)$$

где  $\sigma_g$  — среднеквадратическое отклонение;  
 $k(P_D)$  — коэффициент для расчета требуемого числа испытаний.

При этом сам эксперимент проводится в два этапа:

- ◆ на первом этапе: полагаем, что число испытаний равно 100 и грубо определяем оценку  $\sigma_g$ ,
- ◆ на втором этапе: согласно вычисляется полное потребное количество испытаний.

Блок 7 подсчитывает число  $i$  пройденных испытаний внешнего цикла (нумерует текущее испытание внешнего цикла).

Блок 8 очищает счетчики чисел:

$j$  — номера испытаний во внутреннем цикле, повторяющегося  $n_{выд}$  раз;

$n$  — успешных испытаний внутреннего цикла.

Блок 9 подсчитывает число  $j$  пройденных испытаний внутреннего цикла (нумерует текущее испытание внутреннего цикла).

Блок 10 устанавливает исход испытания внутреннего цикла.

Процесс имитации применения структур заключается в разыгрывании при помощи датчика случайных чисел  $D-1$  исходов способности структур выделить требуемое количество ШД в ГС и для обеспечения готовности в различных состояниях структуры. С этой целью формируется  $n_{\text{выб}}$  (по количеству выделенных ШД для данного состояния структуры  $Z$ ) случайных чисел —  $\{\zeta\}$ , каждое из которых равномерно распределено на интервале  $[0...1]$ . После этого, в результате сравнения вероятностей нахождения структуры в том или ином состоянии со значениями случайных чисел, фиксируется состояние и способность данного варианта структуры выделить требуемое количество ШД. При выполнении условия

$$N^i \geq N_{\text{треб}}^i,$$

где  $N^i$  – количество ШД по типу специальности и квалификации данного варианта структуры, делается вывод об успешности операции выделения ШД [4].

Блок 11 подсчитывает число  $n$  успешных испытаний внутреннего цикла.

Блок 12 устанавливает факт окончания внутреннего цикла испытаний.

Блок 13 вычисляет и запоминает текущее значение показателя результативности  $\hat{\mu}_i$  по формуле:

$$\hat{\mu}_i = \frac{\hat{N}^i}{N_{\text{одд}}^i} \tag{4}$$

где  $\hat{N}^i$  — количество ШД по типу специализации и квалификации, выделенное в  $i$ -ом опыте.

Блок 14 устанавливает факт окончания внешнего цикла испытаний.

Блок 15 вычисляет оценку математического ожидания степени выполнения операции выделения  $M[\mu]$  ШД с доверительной вероятностью  $P_d$  по формуле:

$$M[\mu] = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{одд}}} \hat{\mu}_i}{n_{\text{одд}}} \tag{5}$$

Блок 16 — осуществляет вывод  $M[\mu]$ .

### Заключение

Таким образом, разработанный алгоритм позволяет определять оценку математического ожидания  $M[\mu]$  степени выполнения операции выделения ШД для определения варианта структуры с доверительной вероятностью  $P_d$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Губанов В. А. Введение в системный анализ: учебное пособие / В. А. Губанов, В. В. Захаров, А. Н. Коваленко; Ред.: Л. А. Петросян; Ленингр. гос. ун-т им. А. А. Жданова. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. — 227 с.
2. Рас С. Р. Линейные статистические методы и их применение. — М.: Физматгиз, 1968.
3. Имитационное моделирование: учеб. пособие / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. — 280 с.: ил.
4. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 540 с., ил.

© Гамов Владислав Юрьевич ( gamov.vladislav@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ОТНОШЕНИЕ ШАНСОВ

## MODIFIED METHOD OF ODDS RATIO

A. Gusev  
A. Okunev

**Annotation.** The article describes a modified method of the odds ratio, which allows to establish whether the dependence of one indicator (factor) exists from another indicator (factor). It is shown how to find the value (threshold) of a given indicator, from which one indicator has a significant effect on another indicator. In the case when several factors contribute to an indicator of influence, the modified method allows to build these factors according to the degree of influence on the indicator and to identify the most influential factor.

**Keywords:** morbidity index, quality index of habitat, confidence interval, risk factor.

**М**етод отношение шансов хорошо известен по статистической медицинской литературе с середины прошлого столетия [1–6]. Обычная постановка задачи, которая может быть решена с помощью метода расчета отношение шансов, может быть интерпретирована следующим образом. Изначально задаётся вопрос: «Существует ли и существенна ли зависимость между бинарными величинами»? Расчет отношение шансов определяет силу связи или зависимости между двумя этими величинами. С помощью этого метода, например, можно установить существует ли и существенна ли зависимость некоторого заболевания от того курит или не курит человек, потребляет или не потребляет алкоголь. В настоящей работе анализируются возможности применения метода отношение шансов для другого рода задач.

#### Классический метод расчета отношение шансов

Классический метод расчета отношение шансов состоит в том, чтобы посчитать: А — число случаев, когда есть исход при наличии фактора риска; В — число случаев, когда исхода нет при наличии фактора риска; С — число случаев, когда есть исход при отсутствии фактора риска; D — число случаев, когда исхода нет при отсутствии фактора риска.

Будем считать, например, что исход есть, если показатель заболеваемости по определенной нозологиче-

**Гусев Андрей Леонидович**  
Д.т.н., к.ф.-м.н., профессор, Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет  
alguseval@mail.ru

**Окунев Александр Анатольевич**  
Аспирант, Пермский государственный национальный  
исследовательский университет  
alexander2510@mail.ru

**Аннотация.** В статье описывается модифицированный метод отношение шансов, который позволяет установить существует ли и существенна ли зависимость одного показателя (фактора) от другого показателя (фактора). Показано как найти значение (порога) того или иного показателя, начиная с которого этот показатель оказывает существенное влияние на другой показатель. В случае, когда на какой-либо показатель влияния оказывают несколько факторов, модифицированный метод позволяет выстроить эти факторы по степени влияния на показатель и выделить наиболее влияющий фактор.

**Ключевые слова:** показатель заболеваемости, показатель качества среды обитания, доверительный интервал, фактор риска.

ской форме больше наперед заданного значения (порога) заболеваемости. В качестве порога, например, можно взять среднее значение заболеваемости по некоторой совокупности территорий (например, по всем субъектам РФ или по условным территориям, которые входят в состав субъекта РФ). В противном случае будем считать, что исхода нет. Аналогично, наличие фактора риска определяет значение процента нестандартных проб. Если значение процента нестандартных проб больше наперед заданного значения (порога, обычно его принимают равным нулю), то фактор риска в наличии. Если же значение процента нестандартных проб меньше или равно наперед заданного значения, то фактор риска отсутствует.

Далее вычисляют отношение шансов по формуле:

$$OR = \frac{A \cdot D}{B \cdot C}$$

При этом важно оценить статистическую значимость выявленной связи между исходом и фактором риска. Для оценки значимости отношение шансов рассчитываются границы 95% доверительного интервала. Формула для нахождения значения верхней границы 95% доверительного интервала:

$$e^{\ln OR + 1,96 \sqrt{\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D}}}$$

Формула для нахождения значения нижней границы 95% доверительного интервала:

$$e^{\ln OR - 1,96 \sqrt{\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D}}}$$

Интерпретация полученных значений. Трактовка отношение шансов следующая. Если отношение шансов превышает 1, то это означает, что фактор риска напрямую влияет на наступления исхода. Иными словами, на показатель заболеваемости влияет показатель качества среды обитания. Чем больше процент нестандартных проб показателя качества среды обитания, тем вероятнее, что больше и показатель заболеваемости. Дополнительно обязательно оценивается статистическая значимость отношение шансов исходя из значений 95% доверительного интервала. Если оба граничных значения больше 1, делается вывод о статистической значимости выявленной связи между фактором и исходом при уровне значимости меньше 0,05. Величина доверительного интервала обратно пропорциональна уровню значимости связи фактора и исхода, то есть чем меньше длина 95% доверительный интервал, тем более существенной является выявленная зависимость.

#### Метод отношение шансов в медицине

Медицинские работники хорошо знают, что развитие той или иной нозологической формы заболевания одновременно может зависеть от нескольких показателей качества среды обитания. Показатели заболеваемости обычно замеряются в промилле, то есть в количестве случаев заболевания на тысячу человек. К показателям качества среды обитания [7], например, относят следующие показатели: 1). Доли проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и по микробиологическим показателям в процентах. 2). Доли проб воды в водопроводах, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и по микробиологическим показателям в процентах. 3). Доли проб воды из водопроводной сети, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и по микробиологическим показателям в процентах. 4). Доли проб воды, не отвечающих гигиеническим нормативам в водоемах 1-й категории по санитарно-химическим и по микробиологическим показателям в процентах. 5). Доли проб воды, не отвечающих гигиеническим нормативам в водоемах 2-й категории по санитарно-химическим и по микробиологическим показателям в процентах. 6). Число нестандартных проб в процентах продовольствия по санитарно-химическим и по микробиологическим показателям. 7). Доли проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК в процентах всего, для маршрутных и подфакельных исследований, на автомагистралях в жилой застройке. 8). Доли проб почвы по санитарно-химическим показателям, не отвечающих

гигиеническим нормативам в процентах в зоне влияния промышленных предприятий и в селитебной зоне. 9). Доли проб почвы по микробиологическим показателям, не отвечающих гигиеническим нормативам в процентах в зоне влияния промышленных предприятий и в селитебной зоне. 10). Доли рабочих мест, не отвечающих нормативам в процентах по шуму, вибрации, микроклимату, электромагнитным полям, освещенности.

Возникают вопросы:

1. Начиная с какого значения (порога) того или иного показателя качества среды обитания показатель оказывает существенное влияние на развитие нозологической формы?
2. Возможно ли, определить ранжирный ряд для показателей качества среды обитания в смысле их влияния на развитие той или иной нозологической формы?
3. Какой из показателей качества среды обитания в большей степени влияет на развитие той или иной нозологической формы?

На эти вопросы можно ответить при помощи модифицированного метода расчета отношение шансов.

#### Модифицированный метод расчета отношение шансов

Модифицированный метод отношение шансов состоит в следующем. Весь интервал значений фактора риска (показателя качества среды обитания) разбивается на несколько интервалов. Разбивку можно сделать различными способами. Например, разбить на равные интервалы или на интервалы, содержащие не менее определенного количества значений наблюдаемого показателя, то есть показателя качества среды обитания. Здесь, с одной стороны, чем мельче разбивка — тем точнее результат, с другой стороны есть естественное требование, чтобы значения величин A, B, C и D не были сравнимы со статистической погрешностью в 3% или 5%. Иными словами в интервал должно попадать не менее 3% или 5% всех наблюдений показателя качества среды обитания. На практике, в каждом конкретном случае, как правило, это удаётся достаточно легко учесть при разбиении на интервалы.

Далее метод расчета отношение шансов применяется для каждого интервала в отдельности, в чём и состоит модификация. После предварительного расчета отношение шансов по интервалам некоторые интервалы могут быть объединены для удобства исследовательских выводов.

Интерпретация полученных значений. Если гипотеза о влиянии фактора риска (показателя качества среды

обитания) на исход (показатель заболеваемости) выдвинута исследователем обоснованно, то всегда найдётся при рекомендуемом разбиении интервал, начиная с которого левая и правая границы 95% доверительного интервала для отношение шансов будут больше 1. Это означает, что начиная с левого значения этого интервала разбиения показателя фактора риска, фактор риска значимо влияет на исход (показатель заболеваемости). То есть, установлен порог для фактора риска.

Если исследуется несколько факторов риска по отношению к показателю заболевания, то для каждого из них можно вычислить порог и, начиная с этого порога, рассчитать отношение шансов. Согласно этим расчетам по значению отношение шансов можно определить ранжирный ряд факторов риска (показателей качества

среды обитания) в смысле их влияния на показатель заболеваемости. Первым в ряду будет фактор риска с наибольшим значением отношение шансов, вторым — фактор риска со вторым по величине значением отношение шансов и так далее.

Чем больше значение отношение шансов для фактора риска, тем сильнее влияние на показатель заболеваемости. То есть фактор риска с наибольшим значением отношение шансов имеет больший «вклад» в показатель заболеваемости.

В заключение можно констатировать, что модифицированный метод расчета отношение шансов может быть использован и для решения других практических задач и не только в медицине.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cornfield, J. A Method for Estimating Comparative Rates from Clinical Data. Applications to Cancer of the Lung, Breast, and Cervix. Journal of the National Cancer Institute, 1951. — N.11. — P. 1269–1275.
2. Медик В. А., Токмачев М. С., Фишман Б. Б. Статистика в медицине и биологии: Руководство. В 2-х томах под ред. Ю. М. Комарова. Т. 1. Теоретическая статистика. — Медицина: 2000. — 412 с.
3. De Moor R. J.G., Hommez G. M.G., De Boever J. G., Delme K. I.M., Martens G. E.I. Periapical health related to the quality of root canal treatment in Belgian population. International Endodontic Journal, 2000. — N.33, — P. 113–120.
4. Власов В. В. Введение в доказательную медицину. М: Медиа Сфера, 2001. — 282 с.
5. Сергиенко В. И., Бондарева И. Б. Математическая статистика в клинических исследованиях. М: Гэотар-мед, 2001. — 256 с.
6. Плавинский С. Л. Биостатистика. Планирование, обработка и представление результатов биомедицинских исследований при помощи системы SAS. СПб: Издательский дом СПб МАПО, 2005. — 196 с.
7. Гусев А.Л. Теоретические основы, методы и алгоритмы принятия решений при каскадном управлении рисками одной из нескольких одновременно управляющих организаций. Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. Курск, ЮЗГУ, 2014. — 308 с.

© Гусев Андрей Леонидович ( alguseval@mail.ru ), Окунев Александр Анатольевич ( alexander2510@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Пермский государственный национальный исследовательский университет

# ПРОГНОЗ МЕТОДОМ ЭКСТРАПОЛИРОВАНИЯ ОШИБКИ НЕЙРОСЕТИ

## FORECASTING BY EXTRAPOLATION OF A NEURAL NETWORK ERROR

**A. Gusev  
A. Okunev**

*Summary.* In this paper, we describe a method for extrapolating a neural network error developed by the authors. The method is effective when observations are made for several time periods and for several territories (objects). The method of extrapolating the error of a neural network is based on the procedure for compressing the information space and the procedure for expanding the information space. The authors considered three methods of compressing the information space: compression by all indicators, by defining indicators and by the predicted indicator. The article considers four ways of extrapolating the error of a neural network. On a concrete example in work it is shown, that the method of extrapolation of a neural network error allows to reduce essentially the general average error of the forecast.

*Keywords:* indicator forecast, information space, neural network, compression procedure, extension procedure.

**Гусев Андрей Леонидович**

Д.т.н., к.ф.-м.н., профессор, Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет  
alguseval@mail.ru

**Окунев Александр Анатольевич**

Аспирант, Пермский государственный национальный  
исследовательский университет  
alexander2510@mail.ru

*Аннотация.* В настоящей статье описан метод экстраполирования ошибки нейронной сети, разработанный авторами. Метод представляется действенным, когда наблюдения ведутся в течение нескольких временных периодов и для нескольких территорий (объектах). Метод экстраполирования ошибки нейронной сети основан на процедуре сжатия информационного пространства и процедуре расширения информационного пространства. Авторами рассмотрены три метода сжатия информационного пространства: сжатие по всем показателям, по определяющим показателям и по прогнозируемому показателю. В статье рассмотрены четыре способа экстраполяции ошибки нейронной сети. На конкретном примере в работе показано, что метод экстраполирования ошибки нейронной сети позволяет существенно уменьшить общую среднюю ошибку прогноза.

*Ключевые слова:* прогноз показателя, информационное пространство, нейронная сеть, процедура сжатия, процедура расширения.

**В** последнее время решение задач прогнозирования тех или иных показателей в различных предметных областях становится актуальным, и поэтому появляются всё новые и новые методы и алгоритмы прогнозирования. Достаточно привести лишь несколько научных работ [1–8], чтобы убедиться в этом.

Авторы в своей статье [9] предлагали для решения задачи прогнозирования метод экстраполирования ошибки нейронной сети на основе процедур сжатия-расширения информационного пространства. Общую задачу прогнозирования авторы интерпретировали следующим образом. Прогнозируемый показатель  $y$  может быть спрогнозирован по известному определяющему вектору  $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$  и определяющему вектору  $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ , который является неизвестным. То есть вектор  $X$  и вектор  $Z$  несут информационную суть прогноза показателя  $y$ . Следуя методу экстраполирования ошибки нейросети, можно оценить воздействие определяющего вектора  $Z$  на показатель  $y$ , как скалярного показателя  $z$ . Со времени опубликования статьи [9], авторы развили этот метод и в настоящей работе приводят новые результаты.

## Метод экстраполирования ошибки нейронной сети

Пусть решается задача прогноза какого-либо показателя в зависимости от определяющих показателей. Для этого фиксируются все перечисленные показатели на протяжении  $T$  периодов по условным  $L$  территориям (объектам) с необходимым лагом. Таким образом, получается  $M = T * L$  наблюдений. Из этого множества наблюдений, по определенным правилам, отбираются наблюдения, для которых можно спроектировать и построить нейронную сеть с достаточно простой структурой, которая будет иметь ошибку близкую к нулю.

Правила отбора наблюдений могут быть реализованы пошаговой итерационной процедурой и состоять в следующем.

**Шаг 1.** Для каждого показателя найдем среднее значение и стандартное отклонение по  $M$  наблюдениям. Далее помечаем те наблюдения, для которых не выполняется хотя бы один раз следующие условия:



$$m_{x_i} - k\sigma_{x_i} \leq x_{i,j} \leq m_{x_i} + k\sigma_{x_i},$$

$$m_y - k\sigma_y \leq y_j \leq m_y + k\sigma_y,$$

где  $i = (\overline{1, m})$ ,  $j = (\overline{1, M})$ ,  $m_\infty$  — среднее значение,  $\sigma_\bullet$  — стандартное отклонение,  $k$  — некоторый наперед заданный коэффициент (например,  $k = 5$  или  $k = 10$ ),  $x_{i,j}$  —  $j$ -е наблюдение  $i$ -ого определяющего показателя,  $y_j$  —  $j$ -е наблюдение прогнозируемого показателя.

**Шаг 2.** На следующем шаге исключим из дальнейшего рассмотрения помеченные наблюдения. После этого останется  $M_1$  наблюдений ( $M_1 \leq M$ ).

**Шаг 3.** На сжатом информационном пространстве пытаемся построить нейросетевую модель прогноза. В случае если результаты не удовлетворяют наперед заданным условиям (например, среднеквадратичная ошибка прогноза нейросетевого моделирования должна быть меньше наперед заданного числа  $\varepsilon_0$  близкого к нулю), то возвращаемся к первому шагу процедуры. При этом выбираем новое значение коэффициента  $k$ , обозначим его  $k_1$  ( $k_1 \leq k$ ). Желательно, чтобы коэффициент  $k_1$  не сильно отличался от  $k$  (например,  $k_1 = k$  или  $k_1 = k - 0,01$ ). Далее переходим к первому шагу итерационной процедуры со значением  $M = M_1$ .

Следуя изложенной пошаговой итерационной процедуре сжатия информационного пространства, часто можно добиться вполне удовлетворительных результатов (например, среднеквадратичная ошибка нейросетевого моделирования меньше наперед заданного числа  $\varepsilon_0$  близкого к нулю), тогда как без ее применения построить сколько-нибудь приемлемую нейросетевую модель невозможно.

Если удаётся построить на сжатом информационном пространстве удовлетворительную нейросетевую модель, то далее в неё загружаются все  $M$  наблюдений, и вычисляется ошибка (погрешность) для каждого из  $M$  наблюдений. Ошибка для каждого наблюдения является дополнительным скалярным показателем  $z$  (условным показателем, который отображает общее воздействие неучтенных в нейросети показателей, влияющих на прогнозируемый показатель — это расширение информационного пространства).

Здесь необходимо заметить и подчеркнуть, что на реальных примерах авторы убедились в том, что для различных практических случаев сжатие целесообразно проводить по разным сценариям: по всем показателям; только по определяющим показателям; только по прогнозируемому показателю.

Далее необходимо рассчитать показатель  $z$  по каждой территории для прогнозируемого временного пе-

риода. По каждой территории (объекту) имеем  $T$  значений показателя  $z$  по временным периодам:  $z_1, z_2, \dots, z_T$ . Необходимо определить  $z_{T+1}$ .

### Способы экстраполяции ошибки нейросети

1. Самый простой способ — использовать в качестве  $z_{T+1}$  на прогнозируемый период значение  $z_T$  за последний исследованный временной период по каждой территории (объекту), то есть  $z_{T+1} = z_T$ .

2. Для прогноза следует использовать среднее значение за все временные периоды

$$z_{T+1} = \sum_{i=1}^T z_i / T$$

по каждой территории (объекту).

3. Для прогноза необходимо проанализировать значения  $z_1, z_2, \dots, z_T$  и вычислить  $z_{T+1}$ , то есть экстраполировать  $z$  на прогнозируемый временной период по каждой территории (объекту). Может сложиться три ситуации.

Первая ситуация. Значения  $z$  постоянно возрастают (не убывают) от временного периода к временному периоду. Тогда нужно рассчитать среднее значение возрастания  $z$  за один период

$$(\Delta z = \sum_{i=1}^{T-1} (z_{i+1} - z_i) / (T - 1)).$$

Для прогноза следует использовать значение  $z$  за последний исследованный временной период плюс среднее значение возрастания  $z$  за один временной период ( $z_{T+1} = z_T + \Delta z$ ). Дополнительно, можно исследовать возрастание значения  $z$  в течение времени ( $\Delta z_i = z_{i+1} - z_i$ ,  $i = \overline{1, T-1}$ ). Например, если с течением времени  $\Delta z_i$  увеличивается в среднем на величину  $\Delta \Delta z_i$ , то необходимо вычислить среднее увеличение за все исследуемые временные периоды и в качестве  $z_{T+1}$  для прогноза брать сумму:  $z_{T+1} = z_T + \Delta z + \Delta \Delta z$ .

Вторая ситуация. Значение  $z$  постоянно убывает (не возрастает) от временного периода к временному периоду. Тогда нужно рассчитать среднее значение убывания за один период

$$(\Delta z = \sum_{i=1}^{T-1} (z_i - z_{i+1}) / (T - 1)).$$

Для прогноза следует использовать значение  $z$  за последний исследованный временной период минус среднее значение убывания  $z$  за один временной период ( $z_{T+1} = z_T - \Delta z$ ). Дополнительно, можно исследовать

убывание значения  $z$  в течение времени ( $\Delta z_i = z_i - z_{i+1}$ ,  $i = \overline{1, T-1}$ ). Если с течением времени  $\Delta z_i$  уменьшается в среднем на величину  $\Delta \Delta z$ , то необходимо вычислить среднее уменьшение  $z$  за все исследуемые временные периоды и в качестве  $z_{T+1}$  для прогноза брать разность:  $z_{T+1} = z_T - \Delta z - \Delta \Delta z$ .

Третья ситуация. Значение  $z$  то возрастает, то убывает от временного периода к временному периоду. Тогда для прогноза следует использовать значение  $z$  за последний исследованный временной период ( $z_{T+1} = z_T$ ) или среднее значение за все периоды

$$(z_{T+1} = \sum_{i=1}^T z_i / T).$$

Дополнительно, можно исследовать возрастание и убывание значения  $z$  в течение времени. В зависимости от большего числа возражений или убываний  $z$  за все временные периоды следует вычислять  $z$  в соответствии с первой или второй ситуацией.

Применить процедуру сглаживания для значений  $z_1, z_2, \dots, z_T$ . Это означает, что над последовательностью, которая, то возрастает, то убывает, выполняется преобразование, в результате которого она становится монотонной.

В статье [1] сглаживание с помощью двустороннего скользящего среднего применяется для удаления шумовой компоненты и выделения тренда временного ряда. Вычисление скользящего среднего выполняется следующим образом:

$$\begin{cases} z'_t = \frac{1}{2k-1} \sum_{i=t-k+1}^{t+k-1} z_i \text{ nпу } t = k, \dots, T-k+1 \\ z'_t = \frac{1}{t+k-1} \sum_{i=1}^{t+k-1} z_i \text{ nпу } t = 1, \dots, k-1 \\ z'_t = \frac{1}{T+k-t} \sum_{i=t-k+1}^T z_i \text{ nпу } t = T-k+2, \dots, T \end{cases}$$

где  $k$  — параметр сглаживания,  $z$  — последовательность, в которой необходимо выделить тренд,  $z'$  — монотонная последовательность.

Множественное применение вышеописанного преобразования к последовательности  $z$  приводит к устранению всех отклонений от возрастающего или убывающего тренда. Как только получена монотонная последовательность, можно вычислить  $z$  способом, описанным в предыдущем пункте.

Данный способ имеет смысл, так как значения  $z$  в последовательности часто отклоняются от тренда и без применения сглаживания пункт 3 по сути сводится к пункту 2.

Применив один из способов экстраполяции ошибки нейросети, теперь достаточно подставить значения вектора  $X$  для прогнозируемого временного периода по территориям (объектам) в построенную нейронную сеть. Таким образом, получим псевдо прогноз по территориям (объектам). Для получения истинного прогноза по территориям (объектам) к псевдо прогнозу необходимо прибавить рассчитанное значение  $Z_{T+1}$  для прогнозируемого временного периода по территориям (объектам). Эта сумма и будет значением прогнозируемого показателя по территориям (объектам).

Замечание

В начале статьи авторы предполагают, что прогнозируется один показатель. Как известно, нейросетевые технологии позволяют прогнозировать одновременно несколько показателей. Встает вопрос. Следует ли применять метод сжатия-расширения информационного пространства при прогнозе нескольких показателей.

Экспериментируя с методом сжатия-расширения информационного пространства при прогнозе, авторы пришли к следующему выводу. Если прогнозируемые показатели имеют между собой естественную связь, то в результате применения метода сжатия-расширения информационного пространства и построения нейросетевой модели прогноза для всех показателей одновременно, общая средняя ошибка прогноза всех показателей будет меньше, чем средняя ошибка моделей для каждого отдельного показателя. Если же прогнозируемые показатели не имеют между собой естественной связи, то в результате применения метода сжатия-расширения информационного пространства и построения нейросетевой модели прогноза для всех показателей одновременно, общая средняя ошибка прогноза всех показателей будет больше, чем средняя ошибка моделей для каждого отдельного показателя. В качестве показателей, имеющих естественную связь, можно рассматривать, например, показатели, сумма которых равна 100%. Например, при прогнозе процентной возрастной смертности по 46 территориям, авторам удалось спрогнозировать смертность по 17 возрастным группам (то есть одновременно прогнозировались 782 показателя) с общей средней ошибкой 1,28%.

Пример

Для проверки метода прогнозирования из статистического справочника [10] был случайным образом выбран показатель «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм». В справочнике содержатся 5 показателей качества среды обитания и 12 (выбрано 4) показателей ка-

чества медицинского обслуживания. Все показатели анализировались за 10 лет (2005–2014 годы). В справочнике оказалось 77 территорий пригодных для статистической обработки данных. Задача заключалась в том, чтобы по показателям качества среды обитания и качества медицинского обслуживания предыдущего года спрогнозировать показатель заболеваемости следующего года. Следовательно, после сдвига статистических данных с лагом в один год оказалось, что нейросетевую модель прогноза можно построить по 8 годам (временным периодам) и проверить её качество (ошибка прогноза должна быть не более 3% от размаха распределения показателя заболеваемости) по 2014 году. Таким образом, для обучения нейронной сети были в распоряжении  $M = T \cdot L = 8 \cdot 77 = 616$  наблюдений.

Оговоримся сразу, что под ошибкой прогноза будем подразумевать среднюю ошибку по территориям. А под ошибкой прогноза по территории будем подразумевать модуль разности между прогнозным и фактическим показателями заболеваемости по территории, разделенный на размах показателя заболеваемости и умноженный на 100%.

Для того чтобы все значения показателей принадлежали области значения активационной функции, а именно, гиперболического тангенса, до выполнения шагов алгоритма все множество наблюдений было нормировано при помощи сигмоидной функции:

$$\tilde{x}_i = f\left(\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}\right), f(\alpha) = \frac{2}{1 + e^{-\alpha}} - 1,$$

где  $x_i$  — значение показателя,  $\tilde{x}_i$  — нормированное значение,  $\bar{x}$  и  $\sigma$  — среднее значение показателя и его стандартное отклонение.

Далее, пользуясь вышеописанными методами, обучающее множество было сжато различными методами с различной степенью сжатия (от 20% до 100%, 20% означает, что в результате сжатия в множестве остается 20% наблюдений, 100% — что сжатие по сути не выполняется). На каждом из полученных множеств наблюдений были построены 2 нейросети:

1. 9 входов, соответствующих 9 определяющим показателям, 1 выход, 1 скрытый слой с 15 нейронами;
2. 10 входов, соответствующих 9 определяющим показателям и прогнозируемому показателю в текущем периоде, 1 выход, 1 скрытый слой с 15 нейронами.

На входах и скрытом слое в качестве активационной функции использовался гиперболический тангенс, для обучения нейросети применялся алгоритм упругого распространения.

В каждую построенную и обученную нейросеть были загружены все 616 наблюдений, и вычислены ошибки для каждого из наблюдений. Эти ошибки для каждого наблюдения были отождествлены с дополнительным условным показателем  $Z$ , который отображает общее воздействие (информационную суть прогноза) неучтенных в нейросети показателей качества среды обитания, влияющих на прогнозируемый показатель заболеваемости. Далее, были рассчитаны показатели  $z$  по каждой территории для прогнозируемого года, т.е.  $Z_{T+1}$ .

Далее для окончательного прогноза в каждую нейросеть были загружены показатели качества среды обитания и качества медицинского обслуживания по территориям за год, по которому необходимо было получить прогноз. После расчета нейросети к её прогнозному значению показателя заболеваемости были прибавлены значения  $Z_{T+1}$  для прогнозируемого временного периода по территориям. Эта сумма и являлась значением прогнозируемого показателя по территориям. Теперь осталось сравнить спрогнозированный и фактический показатели заболеваемости за 2014 год. Ошибки прогноза в процентах для каждого способа сжатия, степени сжатия и способа вычисления  $Z$  приведены в таблицах. В таблицах вариант «Без сжатия» и «Без  $Z$ » соответствует прогнозу с помощью нейросети без применения методов, описанных в данной статье.

Если значение прогнозируемого показателя не подается на вход нейросети, то лучший результат — 0.946%, который достигается при сжатии по прогнозируемому показателю до 20% и использовании последнего значения  $z$ . В случае использования значения прогнозируемого показателя в текущий период как входа нейросети лучший результат — 0.987%, который достигается при сжатии до 30% по прогнозируемому показателю и вычислении  $z$  с использованием сглаживания с параметром 3 и  $\Delta Z$ . Т.е. ошибка прогнозирования благодаря данному методу уменьшается как минимум в 2 раза.

Из полученных результатов следует, что:

Сжатие не всегда повышает качество прогнозирования (сильное сжатие дает как самые лучшие, так и самые худшие результаты),

Вычисление  $z$  любым способом в конкретном примере повышает качество прогнозирования,

Сглаживание в большинстве случаев позволяет получить более точный результат,

В данном примере сильное сжатие по прогнозируемому показателю наиболее уменьшает ошибку прогноза,

Таблица 1. Результаты прогнозирования без учета значения прогнозируемого показателя в текущем периоде (приведены лучшие и худшие результаты, а также результат без применения метода).

Степень сжатия	Показатели, по которым выполняется сжатие	Без Z	Последний Z	Средний Z	Монотонность Z	Монотонность Z с $\Delta Z$
20	Прогнозируемый	5,959	0,946	1,666	1,546	1,558
30	Прогнозируемый	5,863	0,967	1,651	1,476	1,477
40	Прогнозируемый	6,083	1,058	1,836	1,559	1,566
50	Прогнозируемый	5,482	0,998	1,658	1,413	1,411
100	Без сжатия	4,043	1,766	2,912	2,718	2,723
40	Определяющие	7,951	2,405	3,925	3,415	3,399
20	Определяющие	12,685	2,746	4,346	3,975	3,961
30	Определяющие	17,782	2,945	4,54	4,472	4,472

Продолжение таблицы

Степень сжатия	Показатели, по которым выполняется сжатие	Сглаживание Z при k=2	Сглаживание Z при k=3	Сглаживание Z при k=2 с $\Delta Z$	Сглаживание Z при k=3 с $\Delta Z$
20	Прогнозируемый	1,189	1,217	1,186	1,216
30	Прогнозируемый	1,071	1,067	1,069	1,063
40	Прогнозируемый	1,206	1,228	1,201	1,222
50	Прогнозируемый	1,2	1,263	1,193	1,257
100	Без сжатия	2,168	2,327	2,159	2,329
40	Определяющие	2,812	2,997	2,78	2,969
20	Определяющие	3,157	3,261	3,157	3,267
30	Определяющие	3,847	3,752	3,844	3,757

Таблица 2. Результаты прогнозирования с учетом значения прогнозируемого показателя в текущем периоде (приведены лучшие и худшие результаты, а также результат без применения метода).

Степень сжатия	Показатели, по которым выполняется сжатие	Без Z	Последний Z	Средний Z	Монотонность Z	Монотонность Z с $\Delta Z$
30	Прогнозируемый	4,458	1,014	1,227	1,221	1,228
40	Прогнозируемый	3,457	1,031	1,212	1,176	1,176
90	Прогнозируемый	3,025	1,065	1,122	1,144	1,147
50	Прогнозируемый	3,54	1,052	1,195	1,164	1,166
100	Без сжатия	1,883	1,238	1,16	1,181	1,185
20	Определяющие	6,657	1,393	1,736	1,674	1,673
30	Определяющие	9,256	1,468	1,922	1,735	1,747

Продолжение таблицы

Степень сжатия	Показатели, по которым выполняется сжатие	Сглаживание Z при k=2	Сглаживание Z при k=3	Сглаживание Z при k=2 с $\Delta Z$	Сглаживание Z при k=3 с $\Delta Z$
30	Прогнозируемый	1,003	0,99	1,002	0,987
40	Прогнозируемый	1,039	1,037	1,036	1,034
90	Прогнозируемый	1,048	1,033	1,047	1,032
50	Прогнозируемый	1,072	1,038	1,071	1,035
100	Без сжатия	1,248	1,24	1,245	1,237
20	Определяющие	1,483	1,499	1,484	1,496
30	Определяющие	1,435	1,457	1,437	1,455

Метод позволяет получить примерно одинаковую точность прогнозирования, как при использовании, так и без использования текущего значения прогнозируемого показателя как входа нейросети.

### Заключение

Применение метода сжатия-расширения информационного пространства для прогноза какого-либо показателя с помощью экстраполяции ошибки нейросети на практике является очень трудоёмким с большими временными затратами. Однако в некоторых «безнадёжных» случаях даёт весьма удовлетворительные результаты прогноза. Поэтому авторы разработали комплекс программ, позволяющих существенно сократить временные затраты на построение оптимальной прогнозной нейросетевой модели. Программный комплекс позволяет сравнивать различные сценарии сжатия при всех остальных равных условиях (степень сжатия, архитектура нейронной сети, способ экстраполирования ошибки). Сравнить степени сжатия для каждого сценария сжатия при всех остальных равных условиях (архитектура нейронной сети, способ экстраполирова-

ния ошибки). Сравнить способы экстраполирования ошибки при всех остальных равных условиях (сценарий сжатия, степень сжатия, архитектура нейронной сети). Таким образом, используя программный комплекс можно легко установить для любого прогнозируемого показателя точный сценарий сжатия и точный способ экстраполяции ошибки нейронной сети. Также можно установить примерную степень сжатия информационного пространства. В программном комплексе анализируются следующие степени сжатия: 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100% (то есть без сжатия). И примерную архитектуру нейронной сети (количество скрытых слоёв и количество нейронов для каждого скрытого слоя, активационные функции, алгоритм обучения и количество итераций обучения). После чего построение оптимальной для прогноза нейросети становится для исследователя делом опыта нейросетевого моделирования.

В дальнейшем авторам кажется, очень важным установить робастность или устойчивость алгоритма построения нейронной сети для прогноза того или иного показателя. Об этом будет следующая публикация.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ruta D., Gabrys B. Neural Network Ensembles for Time Series Prediction. Proc. Int'l Joint Conf. Neural Networks. 2007, P. 1204–1209.
2. Dolenko S., Guzhva A., Persiantsev I., Shugai J. Multi-stage Algorithm Based on Neural Network Committee for Prediction and Search for Precursors in Multidimensional Time Series. In: Alippi C., Polycarpou M., Panayiotou C., Ellinas G. Artificial Neural Networks — ICANN2009. Lecture Notes in Computer Science. 2009, v. 5769, P. 295–304.
3. Гусев А. Л. Управление и процедуры групповых проверок. Saarbrücken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. — 75 с.
4. Гусев А. Л. Непрерывный статистический контроль при управлении. Los Angeles (USA): Createspace, 2012. — 128 с.
5. Kalaivani R, Sudhagar K, Lakshmi P. Neural Network based Vibration Control for Vehicle Active Suspension System. Indian Journal of Science and Technology. 2016, Jan; 9(1).
6. Гусев А. Л. Нейронные сети и прогноз. Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. ст. по материалам Всероссийской научно-практической конференции (г. Пермь, 17–19 мая 2016 г.) / ПГНИУ. — Пермь, 2016. — С. 60–62.
7. Collotta M., Pau G. An Innovative Approach for Forecasting of Energy Requirements to Improve a Smart Home Management System Based on BLE. IEEE Transactions on Green Communications and Networking. 2017, v. 1, № 1, P. 112–120.
8. Raji C. G., Vinod Chandra S. S. Long-Term Forecasting the Survival in Liver Transplantation Using Multilayer Perceptron Networks. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems. 2017, v. 47, № 8, P. 2318–2329.
9. Gusev A. L., Okunev A. A. Forecasting with incomplete set of factors determining the predicted factor. Neural network error extrapolation method. International Journal of Applied Mathematics and Statistics. 2017, v. 56, № 5, P.48–52.
10. Регионы России. Социально-экономические показатели 2015. Статистический сборник: Росстат. — М., 2015. — 1266 с.

© Гусев Андрей Леонидович (alguseval@mail.ru), Окунев Александр Анатольевич (alexander2510@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

### INFORMATION MODELING IN THE OPERATION OF REAL ESTATE

*N. Knyazeva*

*Summary.* Properties today combine into a single volume of a variety of functions, grouping the room for its intended purpose and use, which imposes higher requirements to their service, which today is not possible without automatic operation control systems (AEAS). Such software and hardware systems are the basis of the life support and security system of the building, combining subsystems of different functionality. The purpose of this paper is to analyze the actual operation of the problems of the capital construction and study of potential uses building information model as the basis for building solutions for AEAS facility management tasks.

*Keywords:* buildings maintenance, energy efficiency, automated control systems, information model, energy model, facilitation management.

**Князева Наталья Викторовна**

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный  
университет  
nknyazeva@mgsu.ru*

*Аннотация.* Объекты недвижимости сегодня сочетают в едином объеме множество функций, группируя помещения по назначению и использованию, что накладывает повышенные требования к их обслуживанию, которое сегодня не представляется возможным без автоматизированных систем управления эксплуатацией (АСУЭ). Такие программно-аппаратные комплексы являются основой системы жизнеобеспечения и безопасности здания, объединяя в себе подсистемы различной функциональности. Целью данной работы является анализ актуальных проблем эксплуатации объекта капитального строительства и исследование потенциальных областей применения информационных моделей здания как основы для построения АСУЭ для решения задач фасилити менеджмента.

*Ключевые слова:* эксплуатация зданий, энергоэффективность, автоматизированные системы управления, информационная модель, энергетическая модель, фасилити менеджмент.

**Е**ще с 2011 года в Градостроительном кодексе РФ введена Глава 6.2. «Эксплуатация зданий, сооружений», устанавливающая требования к эксплуатации зданий и сооружений; обязанности лица, ответственного за эксплуатацию; порядок приостановления и прекращения эксплуатации. Закон вводит в градостроительный кодекс само понятие эксплуатации зданий и относит этот процесс к градостроительной деятельности.

Российская законодательная база в области эксплуатации зданий и сооружений постоянно актуализируется и дополняется. Однако с каждым днем все острее чувствуется необходимость внедрения в отрасль средств информационного моделирования, а с ними и соответствующих нормативных актов, регламентирующих работу специалистов.

В российской практике применения автоматизированных систем управления еще со времен СССР были разработаны ГОСТ 34 по АСУ, отдельные требования в СНИИП, требования в ряде МГСН, стандарты организаций (АВОК, крупные собственники недвижимости), в том числе АВОК Стандарт-5–2004 Системы автоматизации и управления зданиями. Ч. 2. Аппаратные средства и СТО НП «АВОК» 8.1.3–2007 Автоматизированные системы управления зданиями Часть 3. Функции и др.

В процессе всего жизненного цикла строительного объекта появляется новая геометрическая и негеометрическая информация, которая отражает зависимости, признаки и свойства различных элементов. Управление разными частями этой информацией происходит с помощью различных САПР, программным обеспечением для разработки смет, приложениями по управлению недвижимостью и т.д. Отсутствие представления строительного объекта как единой системы приводит к тому, что на каждом этапе для каждого отдельного приложения приходится заново вводить необходимую для работы информацию, что ведет к увеличению затрат, дополнительным расходам и повышению трудоемкости процессов.

Многие крупные владельцы зданий видят большие перспективы в разработке и поддержании данных, собранных в течение всего жизненного цикла строительного объекта. Общая цель использования информационных технологий в процессе управления недвижимостью — обеспечить безопасную, эффективную и долгосрочную эксплуатацию на основе комплексного системного подхода.

Практика работы служб эксплуатации сегодня показывает, что управление объектом недвижимости складывается из огромного количества документов в бумажном и электронном виде, баз данных, содержание,

актуализация и работа с которыми требуют серьезных вложений. Сведения, необходимые специалисту по эксплуатации здесь и сейчас найти в этом разнообразии данных становится труднее.

Единственно верный путь для ориентации в этом мощном потоке и обилии данных — грамотная систематизация по общепринятой системе классификации.

Однако до сих пор не разработаны подходы, позволяющие управлять строительным объектом не как набором помещений, технологического оборудования, инженерных систем и территории, а как единым комплексом, обеспечивающим безопасную эксплуатацию здания.

Не получило распространение представление о работах по жизнеобеспечению организации как о деятельности, основными задачами которой является не просто уборка, ремонт, охрана, а повышение производительности труда основного персонала, экономия средств и повышение престижа организации в глазах клиентов.

Ключевым же моментом в определении преимуществ фасилити — менеджмента является скоординированная работа всех сервисов как единого комплекса. Слаженность всех процессов позволяет гибко реагировать на постоянные изменения в окружающей среде и снижать внутренние издержки в эксплуатации объекта недвижимости, а также прилегающих к нему территорий.

Акцент в широком функционале фасилити менеджмента стоит сделать на следующих задачах:

- ◆ Организация и проведение текущих, капитальных ремонтов зданий, сооружений и коммуникаций, а также производство ремонтно-строительных работ по совершенствованию материально-технической базы;
- ◆ Технически правильная эксплуатация и поддержание в исправном состоянии зданий, сооружений и инженерного оборудования;
- ◆ Управление договорами по эксплуатации;
- ◆ Управление арендой;
- ◆ Управление закупками и использования инвентаря;
- ◆ Сметы расчёты, контроль финансов.

Применение информационного моделирования в процессе эксплуатации дает преимущество при решении следующих вопросов:

#### Улучшение управления пространством

Понимая детально, как используется пространство объекта недвижимости, специалисты по его эксплуата-

ции могут добиться значительного сокращения расходов на его содержание. Информационная модель здания является основой для хорошего управления пространством.

#### Оптимизированное обслуживание

Ключевой проблемой при разработке программы технического обслуживания является ввод информации о продукте и активе, необходимой для профилактического обслуживания. Информация о строительных конструкциях и инженерном и технологическом оборудовании, хранящемся в моделях BIM, может сэкономить значительные временные ресурсы специалистов.

#### Эффективное использование энергии

BIM может помочь облегчить анализ и сравнение различных альтернативных подходов в области повышения энергоэффективности, чтобы помочь специалистам объекта резко уменьшить воздействие на окружающую среду и эксплуатационные расходы.

#### Экономичная модернизация и ремонт

Динамически изменяемая модель BIM обеспечивает более простые средства представления трехмерных аспектов здания. Улучшенная информация о существующих условиях снижает стоимость и сложность проектов реконструкции и модернизации зданий.

#### Улучшенное управление жизненным циклом

Некоторые специалисты по проектированию зданий вносят данные о продолжительности жизни и стоимости реконструкции в BIM модели, тем самым помогая владельцу понять преимущества инвестирования в материалы и системы, которые могут дорого стоить, но быстро окупаются в течение жизненного цикла.

Для создания и управления информационной моделью проводится паспортизация — система сбора, ведения и предоставления информации о техническом состоянии оборудования, зданий и сооружений.

Недостатки существующих систем паспортизации:

- ◆ дублирование данных об одном и том же объекте во многих цехах и отделах;
- ◆ относительная достоверность информации из-за ее подготовки многими специалистами;

- ◆ несистемное хранение данных, исключаящее организованный документооборот технологических данных;
- ◆ невозможность оперативного поиска данных из-за отсутствия в электронном виде паспортной информации;
- ◆ практически полное отсутствие информационного обмена между пользователями в рамках одного предприятия;
- ◆ невозможности организации эффективного обмена технической информацией между предприятием, инспекционными и контролирующими органами;
- ◆ невозможность коммерческого использования информации [1].

Применение информационной системы в рамках производственных процессов является существенным двигателем оптимизации эффективности [2]. При использовании систем автоматизации на строительном производстве удается достигнуть следующих результатов [3]:

- ◆ автоматизация алгоритмов расчета;
- ◆ инвариантность планирования;
- ◆ учет эффективности производства;
- ◆ формирование единого хранилища данных;
- ◆ возможность автоматизированной генерации отчетов.

Среди программного обеспечения, предназначенного для анализа энергопотребления строительных объектов, существует несколько решений, поддерживающих работу с файлами формата IFC, но использующих зарубежные методики расчетов: IESVE for Engineers (Великобритания), eQuest (США), Tas Engineering (Великобритания). Предусмотрены возможности отслеживания изменений параметров наружного климата и внутренней среды, доступен расчет уровня эмиссии диоксида углерода в атмосферу и расхода первичной энергии, приложения позволяют оценить стоимость реализации проекта, сформировать отчет для сертификации в системе «зеленого строительства».

Для более распространенного на территории России программного комплекса ArchiCAD существует встроенный модуль Оценки Энергоэффективности, который базируется на механизме расчетов VIPcore, созданном компанией StruSoft, а также расширение Eco Designer star. Основные вопросы, решаемые надстройками к ArchiCAD являются:

- ◆ Создание первичной энергетической модели здания при помощи встроенного в ARCHICAD Механизма Оценки Энергоэффективности;
- ◆ Параметрический анализ инсоляции в RHINO-GRASSHOPPER;

- ◆ Проверка инсоляции с помощью приложения LabPP Insolation от LabPP и объекта Инсоляционной Линейки 3D от Archimatika;
- ◆ Способы минимизации тепловых мостов (оболочка здания и ее однородность).[4]

Что касается отечественного опыта: программный модуль «Энергоэффективность» (Центр экологических инициатив), Программа Лидер-ЭнергоПроект, расчетные комплексы LIT Thermo Engineer — направлены на разработку раздела проектной документации «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов».

Интересен опыт компании КРОК по разработке и внедрению решения «Цифровая эксплуатация здания КРОК через BIM-модель объекта», которое было опубликовано в 2017 году и функционально охватывает такие направления служб эксплуатации как диспетчеризация инженерных систем, их техническое обслуживание и ремонт, автоматизация документооборота. Усилиями специалистов этой организации сделан большой шаг вперед на пути к повсеместному использованию информационных моделей на стадии эксплуатации. Но предстоит решить еще ряд вопросов, начиная от законодательного регулирования, разработки корпоративных стандартов и регламентов, заканчивая вопросами ресурсосбережения и энергоэффективности.

Актуальная сегодня задача разработки энергетической модели здания — BEM обычно остается за рамками функционала программных продуктов, разрабатываемых для служб эксплуатации строительных объектов, хотя разработаны и отдельные приложения, к примеру, облачный сервис Green Building Studio, позволяющий производить расчет энергопотребления в среде Revit. Мировые тенденции указывают на повышение популярности систем сертификации LEED и BREAM, проводимых на основе анализа стоимости годовой эксплуатации и проведения энергомоделирования с использованием информационной модели. В СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 для оценки энергопотребления используют только базовые показатели, не учитываются динамические эффекты и погрешность расчетов составляет около 40% [5].

В рамках данной статьи были рассмотрены основные теоретические положения, касающиеся информационного обеспечения процесса эксплуатации объекта капитального строительства. Выявлены ключевые аспекты, необходимые при использовании подобных систем в рамках деятельности по управлению недвижимостью и фасилити менеджмента в целом.



ЛИТЕРАТУРА

1. Деменев А. В., Артамонов А. С. Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений [текст] // Наукоедение Том 7, № 3(2015), ISSN2223–5167.
2. Князева Н. В. Проблемы паспортизации зданий [текст] // Сб. науч. тр. XIII Международной межвузовской научно-практической конференции молодых ученых, докторантов и аспирантов «Строительство — формирование среды жизнедеятельности». — М.: МГСУ; Издательство АСВ, 2009.
3. Князева Н. В. Управление информационными потоками при организации строительного производства [текст] // Наука в современном мире: теория и практика: материалы V Международной научно-практической конференции (Уфа, 29–30 сентября 2017 г.) / отв. ред. О. Б. Нигматуллин. — Уфа: РИО ИЦИПТ, 2017. — 156 с. ISBN978–5–906735–89–8
4. Information support for automation systems for the organization of construction International Review of Civil Engineering 2017 |journal-article DOI: 10.15866/irece.v8i4.12344 EID: 2-s2.0–85030681601
5. Онлайн-лекция «Технологии проектирования энергоэффективных зданий. Первичный анализ и энергомоделирование» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.graphisoft.ru/info/news/feed/webinar-energyevaluation.html> (дата обращения: 18.01.2018)
6. Моделирование энергопотребления зданий (Building Energy Modeling) [Электронный ресурс]. URL: <http://bim-proektstroy.ru/?p=405> (дата обращения: 18.01.2018)

© Князева Наталья Викторовна (nknyazeva@mgsu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

# ОСОБЕННОСТИ ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

## PECULIARITIES OF POLICY OF INFORMATION SECURITY OF CREDIT ORGANIZATIONS

*A. Marchenko*

*Summary.* The article is devoted to the study of the specifics of the information security policy of credit institutions. Distinctive features of information security of credit institutions are considered in comparison with transport enterprises. The results of the analysis made it possible to identify the objects of information protection, the purpose and objectives of the information security policy, threats and sources of attack. In detail one of the most vulnerable spheres of activity of credit organizations is considered: the system of electronic payments and promising directions for improving the information security policy of credit institutions.

*Keywords:* information, security, attack, protection, encryption.

**Марченко Андрей Юрьевич**

Аспирант, Ростовский Государственный  
Экономический Университет (РИНХ)  
Thevanila@mail.ru

*Аннотация.* Статья посвящена изучению особенностей политики информационной безопасности кредитных организаций. Отличительные черты информационной безопасности кредитных организаций рассмотрены в сравнении с транспортными предприятиями. Результаты анализа позволили обозначить объекты информационной защиты, цель и задачи политики информационной безопасности, факторы угроз и источники атак. Детально рассмотрена одна из наиболее уязвимых сфер деятельности кредитных организаций — система электронных платежей. Отдельно выделены перспективные направления усовершенствования политики информационной безопасности кредитных организаций.

*Ключевые слова:* информация, безопасность, атака, защита, шифрование.

Стремительное развитие информационных технологий, расширение глобальной информационной среды, широкое применение средств обмена информацией, комплексная компьютеризация всех сфер жизнедеятельности обуславливают актуальность исследования вопросов безопасности информационной инфраструктуры. Обеспечение эффективной защиты информации является чрезвычайно актуальным для кредитных учреждений, в которых ежедневно обрабатывается большой объем информации различного уровня конфиденциальности [1]. Эта информация в большинстве случаев и выступает объектом действий конкурентов и злоумышленников, что обуславливает обострение вопросов защиты ее от незаконного использования и несанкционированного доступа.

Итак, сегодня у руководства большинства кредитных организаций нет сомнений в необходимости обеспечения собственной информационной безопасности (сохранение банковской и коммерческой тайн, тайны вкладов, безопасности электронных документов и учетных данных). Применение современных информационных технологий в финансовых системах расширяет возможности для различных злоупотреблений, связанных с использованием вычислительной техники (так называемых компьютерных преступлений). Ежегодные потери от преступлений в этой сфере для кредитных организаций составляют в мире, по разным оценкам, от 170 млн. до 10 млрд. долл. [2].

Указанные обстоятельства обуславливают тот факт, что сегодня кредитные учреждения предпринимают ряд мер, позволяющих им противостоять несанкционированному доступу и разглашению коммерческой информации.

Вместе с тем следует отметить, что стратегия информационной безопасности кредитных учреждений очень сильно отличается от аналогичных стратегий других компаний и организаций. Это обусловлено специфическим характером угроз, а также их публичной деятельностью, обязывающей давать достаточно легкий доступ к счетам с целью удобства клиентов.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, исследование особенностей политики информационной безопасности кредитных организаций является актуальной научно-методической задачей, которая и обусловила выбор темы данной статьи.

В экономической литературе много внимания уделяется исследованию проблем информационной безопасности, в том числе важное место занимают труды таких ученых как: С. Расторгуев, А. Белорус, Д. Лукьяненко, Е. Макаренко, А. Гуз и др. Различные аспекты защиты банковской информации рассматривали И. Горячквивская, В. Евдокимов, И. Остряков, М. Слободина и др.

Таблица 1. Цели, объекты и субъекты нападения на информацию в транспортной отрасли

Цели нападения						
Кибершпионаж — несанкционированная передача с помощью скрытых (незадекларированных) каналов связи данных, программ в автоматизированных системах управления или географических координат (GPS или ГЛОНАСС и др)	Кибератака — разработка сценариев компьютерных методов нападения, хакерские и «дружественные» кибератаки, поиск уязвимостей информационно-коммуникационной среды транспорта	Кибермошенничество — «продажа» фальшивых электронных билетов, взлом автоматов продажи билетов и квитанций оплаты багажа, взлом счетчиков учета грузов, энергоносителей и автоматических расходомеров и заправщиков и др	Киберсаботаж — снижение пропускной способности авто мобильных, железнодорожных, трубопроводных магистралей, в частности, до полной остановки транспортных процессов	Кибердиверсии — создание враждебных (ложных) и опасных маршрутов следования (движения), особенно при перевозке особо опасных и социально значимых грузов, пассажирских и военных перевозках		
Виды транспорта и объекты нападения						
Железнодорожный	Автомобильный	Воздушный	Морской и речной	Трубопроводный	Муниципальный	Системы навигации
Объектами кибератак могут быть системы диспетчерского и автоматизированного управления, ответственные за формирование безопасных маршрутов движения подвижного состава; системы безопасного движения подвижного состава и безопасного проезда поездов; системы защиты и регулирования электроснабжения; автоматические системы пожаротушения и термостабилизации; системы автоматики в морских и речных портах, железнодорожных депо, АТП и др.; системы связи GSM-R, VSAT и др., а также операторы, обслуживающий персонал — диспетчеры, дежурные, и машинисты, водители транспортного средства, экипажи судов и воздушного транспорта						
Атакующая сторона						
Хакеры, конкуренты, инсайдеры, организованные преступные группировки, спецслужбы, вооруженные силы иностранных государств (кибервойска). При этом уровень «вооруженности» (технической оснащенности) и компетентности (информационной осведомленности) «злоумышленника» может быть очень высоким						

Вместе с тем, современный этап развития информационной безопасности требует комплексного подхода к разработке и внедрению методов и средств защиты ресурсов информационно-коммуникационных систем и сетей кредитных организаций.

Итак, цель статьи заключается в изучении особенностей политики информационной безопасности кредитных организаций, выявлении ключевых проблем и перспектив развития.

Так, в целом информационная безопасность — это формирование информационных ресурсов и организация гарантированной их защиты [3]. Достигается она созданием системы сбора и обработки информации, проведением соответствующих мероприятий по ее хранению и распределению, определением категорий и статуса информации, утверждением порядка и правил доступа к ней, соблюдением всеми работниками и клиентами норм и правил работы с коммерческой информацией, своевременным выявлением попыток и возможных каналов утечки информации и их пересечением.

В свою очередь, информация, которая хранится и обрабатывается в кредитных организациях, представляет собой реальные деньги. Вполне понятно, что незаконное манипулирование такой информацией может привести к серьезным убыткам.

Как уже отмечалось ранее, особенности политики информационной безопасности кредитных организаций не являются одинаковыми в сравнении с субъектами хозяйствования из других секторов экономики.

Так, например, сравним объекты информационной безопасности кредитных учреждений и информационно-коммуникационной среды транспорта.

Объектами информационной безопасности кредитных организаций является информация о персонале (руководство, ответственные исполнители, сотрудники); информация о технологиях, используемых кредитной организацией; информационные ресурсы (информация относительно деятельности и финансового состояния клиента, которая стала известна в процессе обслуживания, информация обо всех операциях кредитного учреждения и его финансовая отчетность); конфиденциальные электронные сети [4].

В свою очередь угрозы информационной безопасности в транспортной отрасли заключаются в том, что преступники могут получить возможность перехватывать пароли, отдельные файлы, геолокационную информацию, транслировать аудио- и видеоданные, контролировать Wi-Fi-сети, веб-камеры, информационные табло на автомобильных и железнодорожных путях, вокзалах, аэропортах и др. В табл. 1 приведены более подробные

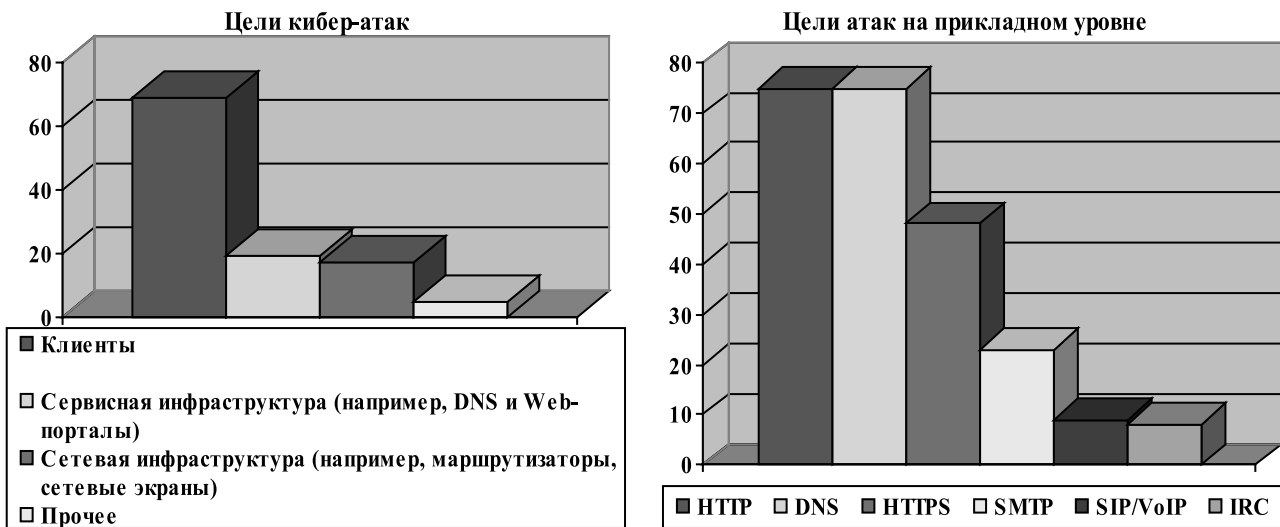


Рис. 1. Типы атак на услуги конфиденциальности и целостности в кредитных организациях (% опрошенных респондентов) [5]

данные в разрезе объектов нападения на информационно-коммуникационную среду транспорта.

Очевидно, учитывая имеющиеся различия, цели, задачи, средства и инструменты политики информационной безопасности кредитных учреждений и других субъектов экономики существенно отличаются.

Так, главной целью системы информационной безопасности кредитной организации является обеспечение ее устойчивого функционирования и предотвращение угроз информационной безопасности; защита от противоправных посягательств, разглашения, потери, утечки, искажения и уничтожения служебной информации, нарушения работы технических средств; поддержка бесперебойной производственной деятельности, включая и работу средств информатизации.

К основным задачам, которые должна решать политика информационной безопасности кредитного учреждения, относятся: обеспечение доступа руководства к конфиденциальной рыночной информации; предотвращение утечки и разрушения конфиденциальной финансовой информации; обеспечение распространения во внешней среде выгодной для организации «конфиденциальной» информации.

Ухудшение состояния информационной безопасности кредитных организаций может быть вызвано действием таких факторов:

1. увеличение объемов информации, накапливаемой, хранимой и обрабатываемой с помощью компьютеров;

2. сосредоточение в базах данных информации различного назначения и различной принадлежности;
3. расширение круга пользователей, имеющих непосредственный доступ к ресурсам вычислительной системы и массивам данных;
4. усложнение режимов работы технических средств вычислительных систем;
5. обмен информацией в локальных и глобальных сетях, в том числе на больших расстояниях.

Особенно уязвимой с точки зрения информационной безопасности кредитного учреждения является система электронных платежей. Одно из наиболее уязвимых мест в системе электронных платежей представляет собой пересылка платежных и иных сообщений между банками, между банком и банкоматом, между банком и клиентом. Результаты исследований атак на современные кредитные организации в России, проведенные компанией «ArborNetworks», отображены на рис. 1.

Для защиты платежных сообщений в системе электронных платежей используется защищенная электронная почта, предназначенная для обмена электронными уведомлениями в формате SMF-70 через сеть передачи данных произвольного типа, которая соответствует определенным критериям.

Общая структура подсистемы защиты информации в системе электронных платежей и возможных угроз на отдельные ее составляющие приведены на рис. 2

Сегодня кредитные организации используют специальные программные комплексы по сканированию

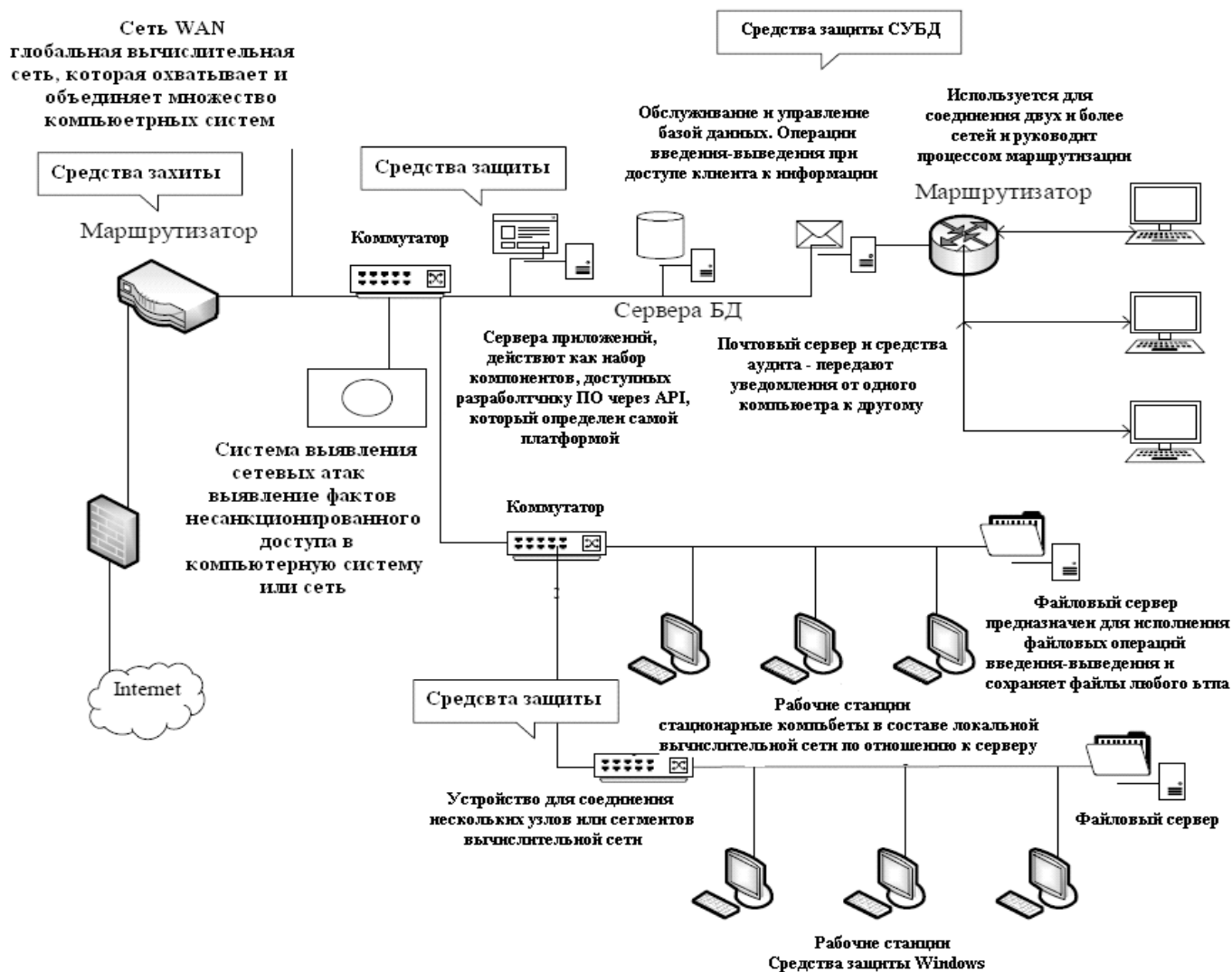


Рис. 2. Структурная схема подсистемы защиты информации в СЭП

уровня информационной защищенности компьютерных сетей. Среди таких комплексов отдельное место занимает специализированные языки, например, Vulnerability Description Language, Internet SafeSuit (Internet Security Systems) и др.

Сейчас на рынке представлено достаточное количество программного обеспечения, относящегося к категории средств поиска «взлома» сетей, например: Internet Security Scanner (фирма Internet Security Systems), NetRecon (фирма Axent), NetProbe (фирма Qualix), Ballista (фирма Secure Networks), NetGuard (фирма Network Guardians), NetSonar (фирма WheelGroup).

Кредитные организации России преимущественно используют специальное банковское программное обеспечение отечественного производства, для защиты своих информационных систем, например:

- ◆ комплексную безопасность корпоративных сетей обеспечивают программные продукты VPN ЗАСТАВА 3.3, созданные компанией «ЭЛВИС\_ПЛЮС»;
- ◆ криптографическая защита «Крипто Про CSP», разработанная компанией «Крипто Про», помогает эффективно проверять электронную цифровую подпись;
- ◆ финансовую безопасность кредиторов обеспечивает система A2 AGRUS APPLICATION, созданная компанией «Агрус MGS»;
- ◆ комплекс «Банк\_Доступ» обеспечивает централизованное управление, распределяя доступ к информационным ресурсам;
- ◆ комплекс «Банк — активный Защита», разработанный фирмой «Андек», используют для ликвидации последствий атак хакеров, если им все же удалось прорвать информационную защиту.

Значительные перспективы для защиты информации в кредитных учреждениях имеют криптографические симметричные и асимметричные алгоритмы шифрования, применение которых предусмотрено международными стандартами ISO 7498, ISO/IEC10181. Эти средства предназначены для криптографической защиты конфиденциальной информации в автоматизированных банковских системах, применяются для обмена информацией внутри корпоративной сети банка с клиентами, которые работают с системой «Клиент-Банк», а также в системах обслуживания пластиковых карт.

Сейчас ведущие компания мира предлагают широкий спектр средств шифрования, так, например, можно отметить предложения от Checkpoint, Cisco и Symantec. Также отдельно следует обозначить современные алгоритмические языки высокого уровня, являющиеся

трансплатформенными и поддерживаемыми средами MS CryptoAPI 2.0 и NET Framework.

Таким образом, подводя итоги, можно отметить следующее. На сегодняшний день не подлежит сомнению тот факт, что политика информационной безопасности кредитных организаций должна представлять собой комплекс организационных, технических, программных средств и мероприятий, предназначенных для сбора, классификации, анализа, оценки, защиты и распространения актуальной информации с целью обеспечения защиты ресурсов организации и наиболее оптимальной реализации ее интересов. Совокупность обозначенных аспектов формирования и поддержки информационной безопасности кредитных организаций позволит точно идентифицировать возможные угрозы и оперативно их устранить без негативных последствий для самой организации и ее клиентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лобов С. А., Чемиренко В. П. Информационная и национальная безопасность: взаимное влияние факторов и подсистем обеспечения безопасности // Электросвязь. — 2017. — № 1. — С. 48–53.
2. Яркова К. В. Обеспечение информационной безопасности в банковских учреждениях // Форум молодых ученых. — 2017. — № 5. — С. 2362–2365.
3. Громова О. О. Информационная безопасность — новые вызовы // Вестник связи. — 2017. — № 3. — С. 28–32.
4. Трифонова А. К., Бескровный Р. Д. Кибератаки на банковский сектор: новые риски и пути преодоления // Экономика. Бизнес. Банки. — 2017. — Т. 2. — С. 83–89.
5. ArborNetworks URL: <https://www.arbornetworks.com/>

© Марченко Андрей Юрьевич (Thevanila@mail.ru). Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ростовский Государственный Экономический Университет

# АНАЛИЗ ВЕЛИЧИНЫ СИЛЫ ЦЕЛИ, КАК ПАРАМЕТРА ФОРМИРОВАНИЯ ПРИЗНАКОВЫХ ОПИСАНИЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЦЕЛЕЙ

## ANALYZING THE TARGET STRENGTH AS A PARAMETER TO FORM A FEATURE VECTOR OF THE TRAINING SAMPLE FOR THE INTELLECTUAL TARGET CLASSIFICATION SYSTEM

V. Pyatakovich  
A. Vasilenko

*Summary.* The target strength which characterizes the reflectivity of a marine technical object, depends on a number of factors. In the article, only some of them are analyzed, namely, the effect that geometric dimensions of a hull, course angles, the speed of an object, the location distance and frequency have on the value of the target strength of an object. The averaged values of the characteristics of the secondary hydroacoustic field for an ellipsoid of rotation, simulating the hull of a technical object, are presented, depending on its displacement, shape and dimensions. The comparison method is discussed, which makes it possible to determine the target strength of small ships within short distances and ships with large displacement. The data from public sources on the ballpark values of the target strength of the US and NATO marine technical objects for the sonar frequency range of 3 to 20 kHz at the traverse and sharp course angles are given.

*Keywords:* target force, secondary hydroacoustic field, reflected signal, marine technical object, comparison method.

**Пятакович Валерий Александрович**

К.т.н., доцент, профессор АВН, ФГКВБОУ ВО «ТОВВМУ  
имени С. О. Макарова» (г. Владивосток)  
pva.877com@mail.ru

**Василенко Анна Михайловна**

К.т.н., ФГКВБОУ ВО «ТОВВМУ имени С. О. Макарова»  
(г. Владивосток)  
kahunya@gmail.com

*Аннотация.* Сила цели, характеризующая отражающую способность морского технического объекта, зависит от ряда факторов. В статье проанализированы только некоторые из них, а именно влияние геометрических размеров корпуса, курсовых углов локации, скорости хода объекта, расстояния и частоты локации на изменения величины силы цели объекта. Представлены осредненные значения характеристик вторичного гидроакустического поля для эллипсоида вращения, имитирующего корпус технического объекта, в зависимости от его водоизмещения, формы и размеров. Рассмотрен метод сравнения позволяющий определить силу цели малых кораблей на коротких дистанциях и кораблей большого водоизмещения. Приведены данные открытой печати об ориентировочных значениях силы цели морских технических объектов США и стран НАТО для диапазона частот гидролокации от 3 до 20 кГц на траверзных и острых курсовых углах.

*Ключевые слова:* сила цели, вторичное гидроакустическое поле, отраженный сигнал, морской технический объект, метод сравнения.

**В** гидроакустике за опорное расстояние принимается один метр (International standard IEC50 (801) International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 801: Acoustics and electroacoustics), тогда отражающая способность морского технического объекта (МТО) будет определяться параметром, который и называется силой цели (target strength) т.е. десять логарифмов отношения интенсивности отраженного звука на единичном расстоянии от МТО к интенсивности падающей звуковой волны.

Следовательно, сила цели (СЦ) равна:

$$T_{r=1} = 10 \lg \frac{J_2}{J_1}$$

Сила цели морского технического объекта зависит от многих конструктивных и эксплуатационных факто-

ров. Основными из них являются геометрические размеры и формы обводов корпуса [1], курсовые углы локации, скорость хода корабля, расстояние и частота локации. СЦ МТО является функцией курсового угла, причем она достигает максимального значения на траверзных углах и минимальное на острых углах. При измерениях имеется большой разброс величин СЦ МТО, однако осредненные данные дают некоторое представление о зависимости силы цели подводных технических объектов (ПТО) от курсового угла. Типичный график этой зависимости представлен на рис. 1.

На траверзных направлениях уровни достигают 35 дБ и обуславливаются зеркальным отражением от корпуса. Уменьшение уровней на острых носовых и кормовых углах вызывается экранирующим свойством корпуса (противогидролокационного корпусного покрытия)

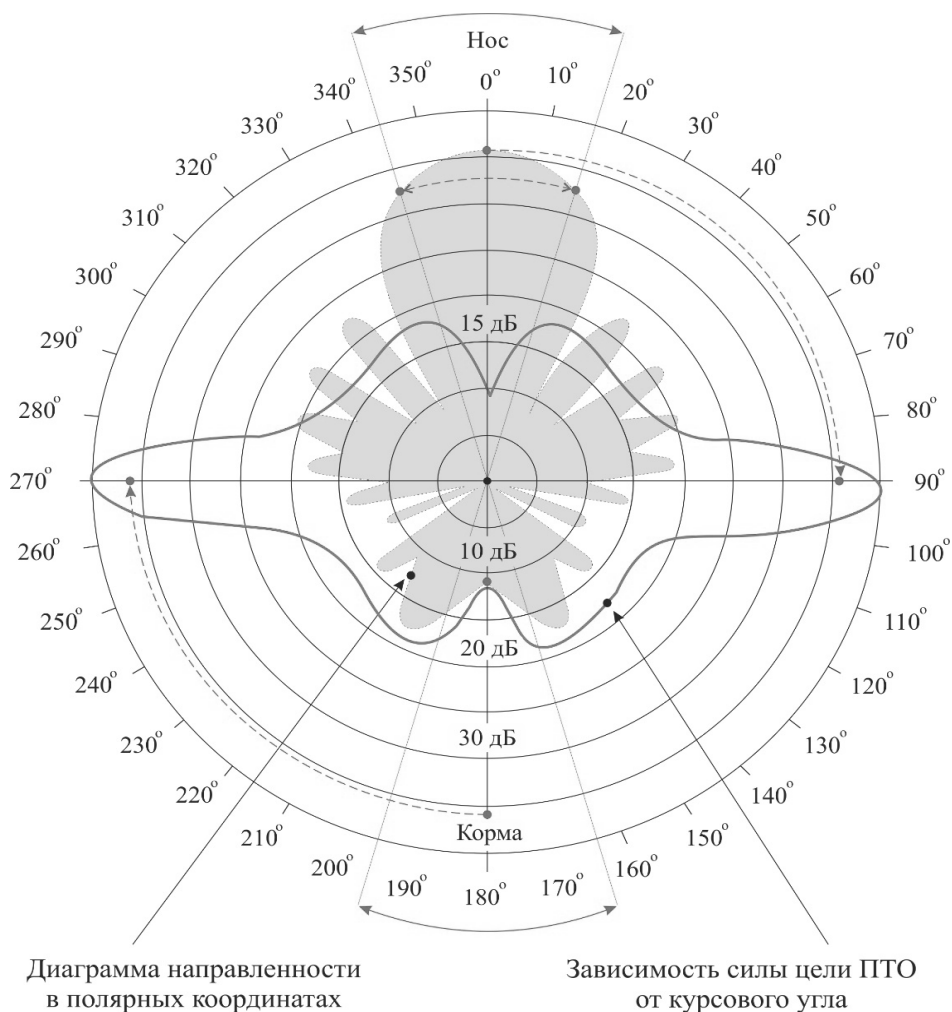


Рис. 1. График зависимости силы цели подводного объекта от курсового угла

и кильватерной струи. Часто такие «провалы» уровней отсутствуют и на этих углах уровни поля составляют 12–15 дБ.

Некоторое повышение уровней на курсовых углах, примерно 20°, связано с отражением от межкорпусного набора [1–5] и балластных цистерн. Форма отраженного сигнала на других курсовых углах близка к круговой из-за наличия многочисленных источников, отражения от которых суммируются с различными фазовыми соотношениями.

При проектировании МТО, особенно подводных, важно знать зависимость силы цели от размеров и форм обводов корпуса. Поскольку корпуса МТО имеют сложную форму, то такую зависимость можно установить только экспериментально. Однако величину отраженного сигнала можно оценить из графиков, составляющих вторичного гидроакустического поля эллипсоида вращения, представленных на рис. 2.

На этих графиках сплошными (зелеными) линиями показано изменение зеркальной составляющей, а пунктирными (красными) — диффузной составляющей. На рис. 2, а кривые 1 соответствуют водоизмещению — 4500 т, а кривые 2 — водоизмещению 500 т. На рис. 2, б кривые 1 соответствуют относительному удлинению эллипсоида вращения  $L/B = 6$ , а кривые 2 —  $L/B = 16$ .

На рис. 2, в кривые 1 соответствуют степени сплюснутости  $H/B = 4$ , а кривая 2 —  $H/B = 0,25$ . СЦ МТО возрастает с увеличением его скорости хода, что обусловливается образованием пограничного слоя и кильватерной струи, насыщенных пузырьками газа. В результате в гидролокационном сигнале увеличиваются зеркальная составляющая и особенно диффузная составляющая. Связано это с тем, что на больших скоростях хода пелена пузырьков как бы экранирует корпус и диффузная составляющая резко возрастает. Имеющиеся экспериментальные данные [2, 3, 7, 8] показывают, что сила цели увеличивается прямо пропорционально скорости хода и зависит



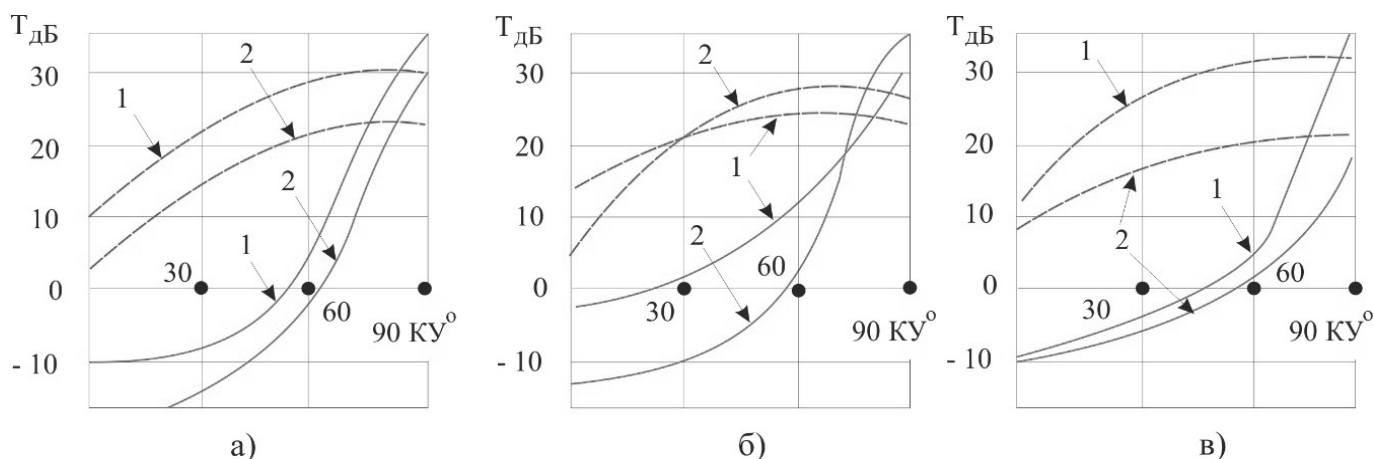


Рис. 2. Составляющие вторичного гидроакустического поля эллипсоида вращения

и от расстояния локации. На малых расстояниях она должна быть меньше, чем на больших.

Во-первых, при использовании направленного лоатора на малых расстояниях не обеспечивается полное облучение всего МТО.

Во-вторых, эхо-сигнал от кораблей, имеющих сложную геометрическую форму, спадает с расстоянием не так, как сигнал от точечного источника.

Это обстоятельство особенно отражается на величине зеркальной составляющей. Действительно, зеркальное отражение от поверхности двойкой кривизны зависит от величин главных радиусов кривизны  $P_1$  и  $P_2$ , а также расстояния локации  $r$ . СЦ МТО будет равна

$$T = 10 \lg \left[ \frac{1}{4} \frac{P_1 P_2 r^2}{(r + P_1)(r + P_2)} \right].$$

В случае больших расстояний ( $r \Rightarrow P_1$  и  $P_2$ ) СЦ МТО не зависит от  $r$ , т.е.

$$T = 10 \lg \left( \frac{P_1 P_2}{4} \right).$$

Если расстояние локации соизмеримо с главными радиусами кривизны, то СЦ МТО уменьшается.

Значения силы цели также зависят от частоты локации. Эта зависимость связана с отражением звука как от корпусных конструкций больших размеров, так и частей корабля малых размеров по сравнению с длиной волны. Естественно, что с ростом частоты локации возрастает роль конструкций малых размеров в отраженном сигнале.

Некоторые авторы [6] утверждают, что выделить зависимость СЦ от частоты локации очень трудно и до-

стоверные данные отсутствуют. Однако опыт указывает на наличие такой зависимости и в диапазоне частот локации от 2 до 20 кГц рекомендуется использовать следующее соотношение:

$$R_{\Sigma} = R_{\Sigma 0} \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^{1/5},$$

где  $R_{\Sigma 0}$  — эквивалентный радиус на частоте локации  $\varphi_0 = 2$  кГц. Отсюда видно, что изменение частоты локации в 10 раз приводит к увеличению силы цели на 4дБ.

Теоретически доказывается, что на уровень эхо-сигнала оказывает влияние длительность посылки импульса гидролоатора  $\tau$ . В каждый данный момент времени отраженные от подводного объекта звуковые волны в точке приема складываются, приходя из возмущенной зоны, протяженность которой равна половине произведения скорости звука на длительность импульса  $c\tau/2$ .

Естественно, что если МТО имеет линейный размер в направлении распространения волны  $L > c\tau/2$ , то зависимость силы цели от длительности импульса не проявляется. Если  $L < c\tau/2$ , то эхо-сигнал будет меньше, чем в первом случае. Таким образом, из-за неполного облучения МТО при коротких импульсах СЦ снижается. Возрастание силы цели с увеличением длительности импульса происходит до тех пор, пока  $\tau$  не достигает значения, при которой все точки МТО в некоторый момент времени одновременно вносят вклад в эхо-сигнал, т.е. при  $\tau = \tau_0$ . Однако к этой зависимости нужно подходить с осторожностью, поскольку она не получила широкого экспериментального подтверждения.

СЦ определяется экспериментально в море как путем прямых замеров, так и методом сравнения. При прямых замерах измеряется звуковое давление эхо-сигнала

на различных расстояниях от МТО. Затем вычисляется интенсивность эхо-сигнала по известным значениям мощности источника звука, коэффициента концентрации антенны и коэффициента затухания звука,

$$J = \frac{N_a \gamma R_{\text{ЭК}}^2}{16\pi r^4} 10^{-0,2\beta r}, \tag{1}$$

где  $N_a$  — излучаемая станцией мощность;  
 $\gamma$  — коэффициент осевой концентрации антенны;  
 $r$  — расстояние между сферой и станцией;  
 $\beta$  — коэффициент поглощения звуковой энергии;  
 $R_{\text{ЭК}}$  — радиус эквивалентной сферы.

Далее по уравнению

$$T_{r=1} = 10 \lg \frac{J_2}{J_1} = 10 \lg \frac{R_{\text{ЭК}}^2}{4} = 20 \lg \frac{R_{\text{ЭК}}}{2} \tag{2}$$

находится сила цели. Такое определение СЦ МТО обычно сопровождается значительными ошибками, происходящими главным образом из-за неточного знания законов распространения звука в море. Формулы для определения СЦ не учитывают рефракции, наложения прямого и отраженных сигналов от дна и поверхности моря. Так, если существует наложение этих сигналов, то значение СЦ может вырасти до 6 дБ по сравнению со значениями, вычисленными по указанным уравнениям. Существенную ошибку в определении СЦ вносит неточное знание коэффициента поглощения звуковой энергии в среде. Значительный разброс значений СЦ также связан с флуктуациями сигналов в море. Только по этой причине отклонение значений силы цели от среднего значения может составлять 10–15 дБ.

Сущность метода сравнения заключается в сравнении уровней отраженных сигналов от корабля и эталонной сферы, расположенной на известном расстоянии.

Запишем уравнение (1) для корабля

$$J_{\text{ЭК}} = \frac{N_a \gamma R_{\text{ЭК}}^2}{16\pi r^4} 10^{-0,2\beta r} \tag{3}$$

и для эталонной среды

$$J_{\text{ЭК.0}} = \frac{N_a \gamma R_{\text{ЭК.0}}^2}{16\pi r_0^4} 10^{-0,2\beta r_0}, \tag{4}$$

где  $r_0$  и  $R_{\text{ЭК.0}}$  — расстояние до эквивалентной сферы и её эквивалентный радиус соответственно. Считаем, что изменением расстояния  $r_0$  можно достичь равенства силы отраженных сигналов  $J_{\text{ЭК}} = J_{\text{ЭК.0}}$ .

Тогда разделив (3) на (4), получим

$$R_{\text{ЭК}} = R_{\text{ЭК.0}} \left(\frac{r}{r_0}\right)^2 10^{0,1\beta(r-r_0)}.$$

**В заключение необходимо отметить**, что зная радиус эквивалентной сферы и расстояние до нее, по последней формуле легко определить эквивалентный радиус МТО. В этом методе также трудно учесть влияние неточности коэффициента  $\beta$ , однако другие неточности устраняются, и ошибка в определении СЦ значительно меньше.

Метод сравнения удобен для измерения СЦ малых кораблей на коротких дистанциях. Для морских технических объектов большого водоизмещения возникают трудности при замере СЦ методом сравнения. Они вызваны сложностью управления положением эталонной сферы на больших расстояниях и необходимостью иметь несколько сфер различных размеров. Достаточно достоверная методика определения силы цели МТО, к сожалению, полностью не отработана. Это можно объяснить отсутствием специальных полигонов для исследования вторичного гидроакустического поля морского технического объекта. Все данные по вторичному гидроакустическому полю кораблей являются результатом расчетов или отдельных измерений в море при помощи штатных корабельных гидроакустических средств.

По данным некоторых источников [9–11] ориентировочные значения силы цели морских технических объектов США и стран НАТО изменяются в следующих пределах при диапазоне частот гидролокации от 3 до 20 кГц: малый подводный технический объект на траверзных курсовых углах 30–35 дБ, на острых курсовых углах 15–25 дБ; большой подводный технический объект на траверзных курсовых углах 35–45 дБ, на острых курсовых углах 20–30 дБ; надводные корабли на траверзных курсовых углах 15–30 дБ, на острых курсовых углах 10–25 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пятакович В. А., Василенко А. М., Алексеев О. А., и др. Подводное кораблестроение в СССР (1945–1970): монография. — Владивосток: ТОВВМУ, 2016. — 292 с.
2. Пятакович В. А., Василенко А. М., Мироненко М. В. Технологии нелинейной просветной гидроакустики и нейро-нечетких операций в задачах распознавания морских объектов: монография. Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016. — 190 с. ISBN978–5–7444–3790–9.

3. Пятакович В. А., Василенко А. М., Хотинский О. В. Распознавание и классификация источников формирования полей различной физической природы в морской среде: монография — Владивосток: Морской гос. ун-т им. Г. И. Невельского, 2017. — 255 с. ISBN 978-5-8343-1066-2.
4. Мироненко М. В., Пятакович В. А., Василенко А. М., Результаты экспериментальных исследований способа определения профиля морского объекта и реализующей его системы. Мониторинг. Наука и технологии. — 2017. — № 2(31) — С. 64–69.
5. Малашенко А. Е., Мироненко М. В., Чудаков М. В., Пятакович В. А., Дальний параметрический прием электромагнитных волн, формируемых техническими источниками в морской среде. Датчики и системы — М.: 2016. — № 8–9 (206). — С. 14–18.
6. Урик Р. Д., Основы гидроакустики, Л.: Судостроение, 1978, пер. с англ., 448 с.
7. Пятакович В. А., Василенко А. М. Обработка размерности признакового пространства для задач классификации морских технических объектов нейросетевой экспертной системой // Современные наукоемкие технологии. — М.: 2017. № 8. С. 50–55.
8. Пятакович В. А., Василенко А. М., Рычкова В. Ф. Новые технологии формирования системы мониторинга и идентификации признаков полей морских объектов // Морские интеллектуальные технологии. — СПб.: 2017. № 4 (38) Том 3. С. 127–131.
9. Основные характеристики гидроакустических средств подводных лодок и боевых надводных кораблей ВМС США, Франции и Германии. Справка. Санкт-Петербург: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1999. — 18с.
10. Подводная акустика и обработка сигналов. /Пер. с англ.: Под ред. Бьёрне. М. Мир, 1985. — 484с.
11. Борисенко К. П. Автоматические системы и технические средства корабельных комплексов. Гидроакустические комплексы надводных кораблей. Принципы построения и решаемые задачи / К. П. Борисенко, В. Б. Митько. — СПб.: СПбГМТУ, 2012. — 236 с

© Пятакович Валерий Александрович ( pva.877com@mail.ru ), Василенко Анна Михайловна ( kahunya@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ТОВВМУ имени С. О. Макарова

# МЕТОД ПЕРЕКРЕСТНОЙ ЭНТРОПИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

**Роголин Родион Сергеевич**

Магистрант,

Дальневосточный Федеральный университет

rafassiaofusa@mail.ru

## METHOD OF CROSS-ENTROPY FOR SOLVING THE PROBLEM OF A COMMERVOYAGER

**R. Rogulin**

*Summary.* The article is devoted to approbation of the method of crossing entropy (PE), known in the world as Cross-Entropy Method (CE) for solving the traveling salesman problem. The author carried out analysis and calculations on specific data, revealed the advantages and disadvantages of the method being analyzed.

*Keywords:* intersecting entropy method, traveling salesman problem solution, approbation of intersecting entropy method.

*Аннотация.* Работа посвящена апробации метода пересекающей энтропии (ПЭ), известной в мире как Cross-Entropy Method (CE) для решения задачи коммивояжера. Автором проведены анализ и расчеты на конкретных данных, выявлены преимущества и недостатки анализируемого метода.

*Ключевые слова:* метод пересекающей энтропии, решение задачи коммивояжера, апробация метода пересекающей энтропии.

**В** мире существует большое количество публикаций, посвященных методу перекрестной энтропии. [1, 2]. Тем не менее научный интерес представляет апробация данного метода на конкретных данных.

Метод пересекающей энтропии (ПЭ) был первоначально разработан, как метод моделирования для оценки вероятностей редких событий [8, 9,10]:

*Оценить:*  $P(S(X) \geq y)$

где  $X$ : случайный вектор/процесс принимающий значения в некотором множестве  $X$ ,  $S$  — функция вещественных значений над  $X$ .

Вскоре стало понятно, что метод ПЭ может также использоваться в качестве метода оптимизации [8, 9,10].

*Определить*  $\max_{x \in G} S(X)$ ,

*Применение.* Возможные задачи, которые решает этот метод:

1. Оценка вероятностей редких событий (модели очередей), оценка нормализации константы и проблема подсчета (постоянный расчет и другие)
2. Комбинаторная оптимизация задач: TSP (задача коммивояжера), Maximal Cut, Планирование, Производственные линии.
3. Машинное обучение.

*Подсчет Числа Траекторий в частично связанной задаче TSP.* Проанализируем подсчет числа траекторий в частично связанной задаче TSP.

Рассмотрим следующую матрицу расстояний:

$$C1 = \begin{pmatrix} 0 & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & 0 & c_{23} & c_{24} \\ inf & c_{32} & 0 & c_{34} \\ c_{41} & inf & c_{43} & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Ей соответствует матрица D с элементами принимающие значения 0 либо 1:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Элемент  $d_{ij} = 1$ , тогда и только тогда, когда транспорт проезжает из узла  $i$  в узел  $j$ . В итоге имеем  $(n - 1)!$ ,  $n = 4$  траекторий. Или всего 6 траекторий, из которых 3 лишь возможны: 1-2-3-4-1, 1-3-2-4-1 и 1-4-3-2-1. Определим  $|X| = (n-1)!$  для полностью связанного  $n$  вершинного TSP. Пусть  $X$  — есть подмножество  $X$  и имеет следующий математический смысл: множество путей, которые возможны для будущего рассмотрения на оптимальность. Тогда в нашем примере имеем следующую картину:  $|X| = 6$ ,  $|X^c| = 3$ .

Будем сопоставлять каждому  $d_{ij}$  некоторое значение от 0 до 1, которое будет означать вероятность выпадения именно некоторого фиксированного  $d_{ij}$ . Например:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Для этой матрицы пусть существует некоторая матрицы, элементы которой есть вероятность выпадения соответствующего элемента матрицы D:

$$P_0 = \begin{pmatrix} 0 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 0 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 0 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 & 0 \end{pmatrix}$$

Назовем данную задачу TSP(0-1).

Идея алгоритма [8, 9,10]:

1. Положим  $P^l = P, X_l = I, k = 1$ .
2. Получим  $P^{k+1}$  из  $P^k$ : положим значения  $X_k$ -ого столбца равные нулю, затем нормализуем значения суммы строк равными 1. Сгенерируем  $X_{k+1}$  из распределения образованного  $X_k$ -ой строки из  $P^k$ .
3. Если  $k = n-1$ , стоп. Иначе положить  $k = k+1$  и вернуться к шагу 2.

Определим:

$$l = E_G I_{\{x \in G\}}, \quad (3)$$

где  $|G| = (n-1)!$  и  $A$  обозначим за событие, которое будет означать что  $X$  есть допустимое решение для TSP траектории в пространстве выборки  $G$  и  $G$  в  $E_G$  означает ожидание, которое берется относительно равномерной функции плотности вероятности  $f(x)$  над  $G$ , такое что [8, 9,10]:

$$f(x) = \frac{1}{|G|} = \frac{1}{(n-1)!}. \quad (4)$$

Очевидно, что:

$$|G^-| = l(G).$$

Очевидно, что обычный метод Монте-Карло оценивает  $l$ , следующим образом [8, 9,10]:

$$\tilde{l} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_{\{X_i \in A\}} \quad (5)$$

$$\text{в } \tilde{X}^- = \tilde{l}|X|$$

Подход к редким событиям: Важность выборки

Чтобы ускорить процесс моделирования, мы используем выборку важности (IS). В частности, мы опишем как:

$$l = E_G \{I_{\{X \in A\}} W(X)\}, \quad (6)$$

Где  $G$  в  $E_G$  означает случайную траекторию  $X$ , которая была сгенерирована относительно алгоритма генерации TSP, описанного выше.

$$W(X) = \frac{f(x, P_0)}{f(x, P)}$$

есть отношение правдоподобия с  $f(x)$  равномерно распределено по  $G$  и  $f(x; P)$  – IS функции плотности распределения.

IS вычисляет оценки:  $l, |X^-|$  соответственно:

$$\tilde{l} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_{\{X_i \in A\}} W(X_i), W(X_i) = \frac{f(X_i, P_0)}{f(X_i, P)} \quad (7)$$

и

$$|\hat{G}^-| = \hat{l}|G| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_{\{X_i \in A\}} W(X_i) \frac{1}{f(X_i, P)}, \quad (8)$$

Второе равенство выполняется, так как  $f(x)$  равномерно распределено по множеству  $X$ , т.е.:

$$\begin{aligned} f(x, P_0) &= \\ &= f_1(x_1) f_2(x_2 | x_1) \dots f_n(x_n | x_1, \dots, x_{n-1}) = \\ &= \frac{1}{n-1} \frac{1}{n-2} \dots \end{aligned}$$

Мы будем использовать взаимозаменяемые оба события  $\{X \in A\}$  и  $\{S(X)=n\}$  в (23) и (24), так как:

$$\{X \in A\} \equiv \{S(X) = n\}. \quad (9)$$

Здесь  $S(X)$  это длина TSP траектории. Очевидно,  $0 \leq S(X) \leq n$  и для допустимой траектории, то есть для  $\{X_i \in A\}$ , мы имеем, что  $S(X) = n$ . Оптимальный в смысле кросс-энтропии матрица  $P$ :

$$P^* = \operatorname{argmax}_P E_{P_0} I_{\{S(X) \geq \gamma\}} \log f(X; P). \quad (10)$$

Для нашего примера:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Для любого начального  $P_0$ , оптимальный  $P^*$  равен:

$$P^* = \begin{pmatrix} 0 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/2 & 0 & 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 & 0 \end{pmatrix}. \quad (11)$$

К примеру, для траектории 1-3-2-4-1 имеем  $f(x, P) = 1/3 * I * I = 1/3$ .

Обновление  $P$  и  $\gamma$ .

Адаптивное обновление  $\gamma_t$ . Пусть  $\gamma_t$  будет  $(1 - \rho)$  квантиль  $S(X)$  под  $P_{t-1}$ . Простую оценку, обозначаемую  $\hat{\gamma}_t$  из  $\gamma_t$ , можно получить путем рисования простой случайно выборки  $X_1, \dots, X_n$  из  $f(X, P_{t-1})$ , вычисляя соответствующие значения функций  $S(X_1), \dots, S(X_n)$  и их статистики  $S_1, \dots, S_n$  и значения  $\hat{\gamma}_t$  с квантилью  $(1 - \rho)$ , такое что [1, 2, 8, 9,10]:

$$\hat{\gamma}_t = S_{(1-\rho)N+1}. \quad (12)$$

Адаптивное обновление  $P_t$ . Для фиксированного  $\gamma_t$  и  $P_{t-1}$  выведем  $P_t$  из решения:

$$\begin{aligned} \max_{P_t} D(P_t) &= \\ &= \max_{P_t} E_{P_{t-1}} I_{\{S(X) \geq \gamma_t\}} \log f(x, P_t) \end{aligned} \quad (13)$$

Стохастический аналог (29) выглядит следующим образом: при фиксированном  $\hat{\gamma}_t$  и  $P_{t-1}$ , вывести  $\tilde{P}_t$  из следующей программы:

$$\begin{aligned} \max_{\tilde{P}_t} \hat{D}(\tilde{P}_t) &= \\ &= \max_{\tilde{P}_t} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_{\{S(X_i) \geq \hat{\gamma}_t\}} \log f(X_i, \tilde{P}_t). \end{aligned} \quad (14)$$

Решая (29), (30) для задачи TSP мы получаем после простых арифметических выражений [8, 9,10]:

$$p_{t,ij} = \frac{E_{P_{t-1}} I_{\{X \in G_{ij}\}} I_{\{S(X) \geq \gamma_t\}}}{E_{P_{t-1}} I_{\{S(X) \geq \gamma_t\}}} \quad (15)$$

и

$$\tilde{p}_{t,ij} = \frac{\sum_{k=1}^N I_{\{X_k \in G_{ij}\}} I_{\{S(X) \leq \hat{\gamma}_t\}}}{\sum_{k=1}^N I_{\{S(X) \leq \hat{\gamma}_t\}}} \quad (16)$$

для обновления параметров матриц  $P_t, \tilde{P}_t$ .

*Главный алгоритм.* TSP(0-1) Алгоритм состоит из шагов:

Выбрать некоторый  $\hat{P}_0$ , положить

$$p_{0,ij} = \frac{1}{n-1}, t = 1.$$

1. Создать образец  $X_1, \dots, X_N$  из плотности  $f(x; \hat{P}_{t-1})$  и вычислить,  $(1 - \rho)$  квантиль  $\hat{\gamma}_t, \hat{\gamma}_t = S_{(1-\rho)N+1}$ .

2. Использовать тот же  $X_1, \dots, X_N$  и решить (30). Определить решение через  $\tilde{P}_t$ .

3. Применить сглаживание

$$\hat{P}_t = \alpha \tilde{P}_t + (1 - \alpha) \hat{P}_{t-1}, 0 < \alpha < 1.$$

4. Если  $\hat{\gamma}_t < n$ , положить  $t = t+1$  и вернуться к шагу 2. Иначе перейти к 6.

Вычислить  $|G^-|$  относительно (24).

*Расчет perm(A).* Рассматриваемая проблема может быть сформулирована следующим образом: есть матрица  $A = \{a_{ij}\}$  размерностью  $n \times n$ , где каждый элемент  $a_{ij}$  равен либо 0, либо 1, и множество всех перестановок  $\Pi$  последовательности  $\{1, \dots, n\}$ , найти постоянную  $A$ , которая бы удовлетворяла [3, 4, 8, 9,10]:

$$perm(A) = \sum_{\sigma \in \Pi} \prod_{i=1}^n a_{i\sigma(i)}.$$

Здесь  $\sigma \in \Pi$  это перестановка из  $\{1, \dots, n\}$ , которая может быть представлена в виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ \sigma(1) & \sigma(2) & \dots & \sigma(n) \end{pmatrix}, \quad (17)$$

$$\begin{aligned} R_A &= \{\sigma: S(\sigma) = 1\}, S(\sigma) = \\ &= \prod_{i=1}^n a_{i\sigma(i)}, \end{aligned} \quad (18)$$

где  $\sigma(i)$  записывает новое положение метки  $i$  после перестановки.

Отметим, что если один из элементов  $a_{i\sigma(i)}, i = 1, \dots, n$  равен 0, тогда  $S(\sigma) = 0$ .

Пусть  $A$  это постоянная матрица размерности  $3 \times 3$ .

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Для матрицы 3 x 3 всего 3!=6 перестановок. Такие как:

$$\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \quad (19)$$

с соответствующими значениями  $S(\sigma)$

$$S(\sigma) = \begin{pmatrix} a_{11}a_{22}a_{33} = 1 \\ a_{11}a_{23}a_{32} = 0 \\ a_{12}a_{21}a_{33} = 1 \\ a_{12}a_{23}a_{31} = 0 \\ a_{13}a_{21}a_{32} = 1 \\ a_{13}a_{22}a_{33} = 0 \end{pmatrix}, \quad (20)$$

И  $perm(A) = 3$ .

Наивный способ аппроксимации  $perm(A)$  заключается в том, чтобы сгенерировать перестановки равномерно на множестве  $\Pi$  и затем оценить их как [7, 8, 9]:

$$\widehat{perm}(A) = \frac{\sum_{j=1}^N S(\sigma_j)}{N} n! \quad (21)$$

Однако для разреженной матрицы  $A$  мы обычно имеем  $perm(A) \ll n!$ , то есть при равномерной выборке над  $\Pi$  вероятность

$$l = P\{S(\sigma) = 1\} = E_U\{I_{\prod_{i=1}^n a_{i\sigma(i)} = 1}\} \quad (22)$$

очень мала и  $\{S(\sigma) = 1\}$  редкое событие [7, 8, 9]. Очевидно, что

$$perm(A) = \frac{\sum_{j=1}^N S(\sigma_j)}{N} * n! \quad (23)$$

Заметим, что  $l$  можно также эквивалентно выразить как:

$$l = P\{S(\sigma) = n\} = E_U\{I_{\sum_{i=1}^n a_{i\sigma(i)} = 1}\}, \quad (24)$$

где

$$S(\sigma) = \sum_{i=1}^n a_{i\sigma(i)}, \quad (25)$$

который более подходит для алгоритма.

Здесь  $l$  определяет вероятность, что длина случайной перестановки (траектории) равна ровно  $n$ . Таким образом, мы имеем самый длинный путь TSP модели, где (а) есть дистанция между и в городах либо 0, либо 1; (б) TSP путь следующим образом: как только все города будут посещены с некоторого начального города, никто не возвращается, а остается там навсегда [5, 6, 7, 8, 9].

*Числовые результаты.* В качестве иллюстрации динамики алгоритма ПЭ мы отражаем ниже следствие матриц  $\hat{P}_0, \hat{P}_1, \dots, \hat{P}_T$  (оценка настоящих неизвестных матриц  $P_T$ ) для следующей матрицы D:

```

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
D: 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
0.079 0.065 0.037 0.044 0.044 0.142 0.135 0.142 0.135 0.177
0.044 0.079 0.058 0.058 0.051 0.142 0.121 0.107 0.149 0.191
0.037 0.037 0.44 0.072 0.037 0.191 0.177 0.093 0.177 0.135
0.058 0.072 0.044 0.044 0.051 0.128 0.135 0.177 0.142 0.149
P1: 0.044 0.051 0.037 0.044 0.051 0.128 0.205 0.142 0.163 0.135
0.180 0.166 0.208 0.145 0.201 0.006 0.006 0.062 0.006 0.020
0.173 0.166 0.208 0.145 0.201 0.125 0.006 0.006 0.006 0.006
0.145 0.173 0.166 0.194 0.117 0.006 0.083 0.104 0.006 0.006
0.152 0.201 0.166 0.166 0.243 0.006 0.006 0.006 0.048 0.006
0.208 0.131 0.180 0.159 0.166 0.006 0.006 0.041 0.048 0.055
    
```

0.0237 0.0195 0.0111 0.0132 0.0132 0.1756 0.2085 0.1406 0.1945 0.2001  
 0.0132 0.0237 0.0174 0.0174 0.0153 0.1896 0.1343 0.1511 0.1637 0.2743  
 0.0111 0.0111 0.0132 0.0216 0.0111 0.2463 0.1721 0.1329 0.2631 0.1175  
 0.0174 0.0216 0.0132 0.0132 0.0153 0.1784 0.2435 0.1686 0.1119 0.2295  
 0.0132 0.0153 0.0111 0.0132 0.0153 0.1784 0.2435 0.1686 0.1119 0.2295  
 0.1240 0.1968 0.3214 0.1625 0.1653 0.0018 0.0018 0.0186 0.0018 0.0060  
 0.2829 0.1065 0.1310 0.2122 0.2227 0.0375 0.0018 0.0018 0.0018 0.0018  
 $\hat{P}_2$ : 0.2045 0.2339 0.1338 0.2262 0.1401 0.0018 0.0249 0.0312 0.0018 0.0018  
 0.1716 0.2353 0.1758 0.1618 0.2339 0.0018 0.0018 0.0018 0.0144 0.0018  
 0.1744 0.1723 0.2080 0.1947 0.2038 0.0018 0.0018 0.0123 0.0144 0.0165  
 0.0071 0.0058 0.0033 0.0039 0.0039 0.1891 0.2260 0.1421 0.1959 0.2223  
 0.0039 0.0071 0.0052 0.0052 0.0045 0.2015 0.1602 0.1629 0.1749 0.2740  
 0.0033 0.0033 0.0039 0.0064 0.0033 0.2644 0.1751 0.1539 0.2636 0.1223  
 0.0052 0.0064 0.0039 0.0039 0.0045 0.1423 0.1744 0.3115 0.2083 0.1391

0.0039 0.0045 0.0033 0.0039 0.0045 0.1782 0.2436 0.1988 0.1359 0.2229  
 $\hat{P}_3$ : 0.1572 0.1708 0.2940 0.1911 0.1778 0.0005 0.0005 0.0055 0.0005 0.0018  
 0.2742 0.1413 0.1557 0.1824 0.2326 0.0112 0.0005 0.0005 0.0005 0.0005  
 0.2213 0.2289 0.1342 0.2219 0.1549 0.0005 0.0074 0.0093 0.0005 0.0005  
 0.1726 0.2505 0.1703 0.1708 0.2289 0.0005 0.0005 0.0005 0.0043 0.0005  
 0.1617 0.1916 0.2365 0.2007 0.1952 0.0005 0.0005 0.0036 0.0043 0.0049

0.0021 0.0017 0.0009 0.0011 0.0011 0.1784 0.2377 0.1570 0.1976 0.2219  
 0.0011 0.0021 0.0015 0.0015 0.0013 0.2017 0.1583 0.1779 0.1774 0.2766  
 0.0009 0.0009 0.0011 0.0019 0.0009 0.2533 0.1750 0.1687 0.2702 0.1265  
 $\hat{P}_4$ : 0.0015 0.0019 0.0011 0.0011 0.0013 0.1635 0.1903 0.2796 0.2038 0.1552  
 0.0011 0.0013 0.0009 0.0011 0.0013 0.1955 0.2323 0.2074 0.1445 0.2139  
 0.1582 0.1786 0.2932 0.1945 0.1726 0.0001 0.0001 0.0016 0.0001 0.0005  
 0.2725 0.1494 0.1471 0.1780 0.2486 0.0033 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001  
 0.2273 0.2149 0.1472 0.2441 0.1608 0.0001 0.0022 0.0028 0.0001 0.0001  
 0.1808 0.2499 0.1654 0.1786 0.2230 0.0001 0.0001 0.0001 0.0012 0.0001  
 0.1571 0.2020 0.2441 0.2007 0.1917 0.0001 0.0001 0.0011 0.0012 0.0014

Оптимальное  $\hat{P}_0^*$ :  
 0 0 0 0 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2  
 0 0 0 0 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2  
 0 0 0 0 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2  
 $\hat{P}_0^*$  0 0 0 0 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2  
 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0 0 0 0  
 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0 0 0 0  
 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0 0 0 0  
 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0 0 0 0  
 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0 0 0 0

Начальная матрица  $P_0$ :  
 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1  
 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1  
 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1  
 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1

$P_0$ : 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1  
 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02  
 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02  
 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02  
 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02  
 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02



Таблица 1. Типичная производительность алгоритма для постоянной матрицы  $D_{mm}, m=10, n=100$ .

t	$ \widehat{X}_t^- $	$ \widehat{X}_{t,(N)}^- $	$\ \widehat{P}_t - P^*\ $
1	0	5.50E-07	0.721
2	2.35E-17	4.28E-06	0.519
3	6.62E-14	0.003	0.427
4	6.14E-11 5	0.013	0.355
5	1.81E-08	0.131	0.296
6	2.24E-06	1.692	0.251
7	19.158	28.520	0.116
8	100	100	0.036

Таблица 2. Типичная производительность алгоритма для постоянной матрицы  $D_{mm}, m=10, n=100$ .

t	$ \widehat{X}_t^- $	$ \widehat{X}_{t,(N)}^- $	$\ \widehat{P}_t - P^*\ $
1	0	1.664	0.199
2	1.435E-10	0.753	0.160
3	3.592E-07	1.793	0.137
4	0.052	1.825	0.130
5	11.073	18.453	0.101
6	100	100	0.067
7	100	100	0.067

Определим  $\rho = 0.1, \alpha = 0.7, N = 10n^2$ . В наших таблицах ниже мы перечислим рядом  $|\widehat{G}_t^-|$  ( $(1 - \rho)$  – квантиль) также лучшую производительность выборки, полученную на каждой итерации и обозначим  $|\widehat{G}_{t,(N)}^-|$

Чтобы указать сходимость  $\widehat{P}_t$  до оптимального  $P^0$  мы введем следующие величины:

$$P_t^{mm} = \min_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq n} \widehat{p}_{t,ij}, \quad (26)$$

$t = 1, 2, \dots$ , что соответствует минимальному значению элементов матрицы  $\widehat{P}_{t,ij}$  на итерации  $t$  и аналогично максимальное значение

$$p_{t,mm} = \min_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq n} \widehat{p}_{t,ij}, \quad (27)$$

MEP1 и MEP2 программы

MEP1:

$$(P_0) \quad \min_{f(x)} \{D(f|h) = \int \ln \frac{f(x)}{h(x)} f(x) dx = E_f \ln \frac{f(x)}{h(x)}\},$$

При условии:

$$\int S_j(x) f(x) dx = E_f S_j(X) = \gamma_j, j = 1, \dots, k, \\ \int f(x) dx = 1, \int h(x) dx = 1. \quad (28)$$

Здесь  $f, h$  это присоединенные  $n$ -размерные функции плотности распределения или  $n$ -размерные функции вероятности,  $S_j(x), j = 1, \dots, k$ , хорошо определяемые функции и  $x$  —  $n$ -размерный вектор. Функция плотности распределения  $h$  предполагается, что известна и называется предыдущей функцией плотности распределения [8, 9,10].

MEP2:

Когда  $h$  неизвестен, его принимают за равномерную функцию распределения. В этом случае

$$\min_{f(x)} \{D(f|h) = \int \ln \frac{f(x)}{h(x)} f(x) dx = E_f \ln \frac{f(x)}{h(x)}\} \quad (29)$$

сводится к

$$\max_{f(x)} \{H(f) = - \int f(x) \ln f(x) dx = E_f \ln \frac{f(x)}{h(x)}\}. \quad (30)$$

Дискретный случай:

$$(P_0) \quad \min_p D(p|u) = \min_p \sum_{i=1}^m p_i \ln \frac{p_i}{u_i}$$

При условии:

$$\sum_{i=1}^m S_j(x_i) p_i = E_p S_j(X) = \gamma_j, j = 1, \dots, k,$$

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1, \sum_{i=1}^m u_i = 1, p_i \geq 0, u_i > 0. \quad (31)$$

$X$  обозначает случайную величину с  $m$  возможными результатами.

$u = (u_1, \dots, u_m)$  обозначает предыдущий вектор вероятности  $X$ .

$p = (p_1, \dots, p_m)$  — вектор вероятности принятия решения.

Решение Дискретного случая ( $P_j$ ):

$$p_i^* = \frac{u_i \exp\{-\sum_{j=1}^k \theta_j^* S_j(x_i)\}}{\sum_{r=1}^m u_r \exp\{-\sum_{j=1}^k \theta_j^* S_j(x_r)\}} = \frac{E_u I_{\{X=x_i\}} \exp\{-\sum_{j=1}^k \theta_j^* S_j(x)\}}{E_u \exp\{-\sum_{j=1}^k \theta_j^* S_j(x)\}}, i = 1, \dots, m, \quad (32)$$

где  $\theta_j^*, j = 1, \dots, n$ , полученные из решения

$$\begin{aligned} & - \frac{\sum_{i=1}^m S_j(x_i) u_i \exp\{-\sum_{r=1}^k \theta_r S_r(x_i)\}}{\sum_{i=1}^m u_i \exp\{-\sum_{r=1}^k \theta_r S_r(x_i)\}} + \gamma_j = \\ & = - \frac{E_u S_j(x) \exp\{-\sum_{r=1}^k \theta_r S_r(x)\}}{E_u \exp\{-\sum_{r=1}^k \theta_r S_r(x)\}} + \gamma_j = 0 \end{aligned} \quad (33)$$

В итоге проведённого анализа выявлены следующие преимущества и недостатки исследуемого метода.

*Преимущества:*

1. Универсально применимый (дискретный / непрерывный / смешанный проблемы)
2. Очень легко реализовать
3. Легко адаптируется, например, когда добавляются ограничения
4. Хорошо работает

*Недостатки:*

1. Производительность должна быть относительно дешевой
2. Может потребоваться настройка (модификации)

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Бусленко, Ю. А. Шрейдер. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация на цифровых вычислительных машинах. — М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961 г. — 226 с.
2. Н. П. Бусленко, Д. И. Голенко, И. М. Соболев, В. Г. Срагович, Ю. А. Шрейдер. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). — Государственное издательство физико-математической литературы, 1962 г. — 332 с.
3. Б. С. Елепов, А. А. Кронберг, Г. А. Михайлов, К. К. Сабельфельд. Решение краевых задач методом Монте-Карло. — Новосибирск: Наука, 1980. — 174 с.
4. С. М. Ермаков. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1971 г. — 328 с.
5. С. М. Ермаков. Метод Монте-Карло в вычислительной математике: Вводный курс. — СПб.: Невский Диалект; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 192 с.
6. С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. Курс статистического моделирования. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1976 г. — 320 с.
7. С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. Статистическое моделирование. — 2-е изд., доп. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1982 г. — 296 с.
8. R. Y. Rubinstein, The Cross Entropy Method for Combinatorial and Continuous Optimization, Methodology and Computing in Applied Probability, 190 стр (1999).
9. R. Y. Rubinstein» The Stochastics Minimum Cross Entropy Method For Combinatorial Optimization And Rare-Event Estimation». «Methodology And Computing In Applied Probability Vol.7, No 1.5–50 стр,(2005)
10. R. Rubinstein, D. Kroese. The Cross Entropy Method, Springer (2004)

© Роголин Родион Сергеевич ( rafassiaofusa@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ВОСЕМЬ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИПТОВАЛЮТ

EIGHT DIRECTIONS  
OF CRYPTO-CURRENCY USING

**V. Rybak  
K. Sulaiman  
G. Zakhra**

*Summary.* The article considers eight modern directions of using crypto currency. Faucets are sites where you can get a certain number of coins for a certain periodicity. Bounty — payments for participation in the promotion of emissions in social networks and advertising. Airdrop — the accrual of interest on the amount of funds available in the wallet. Trade and exchange of crypto-currency on electronic exchanges. Arbitrage — the possibility of buying the same coin at a lower price on one exchange with the aim of instant selling at a higher price to another. PoS is the proof of stake of ownership when the coins in the wallet are involved in the competition for the right to generate new blocks and receive a reward in proportion to the amount of the deposit. MasterNodes — the organization on the local wallet node, which participates in the confirmation of transactions of the entire network and receives a reward for it. Mining — the use of computing power to generate crypto currency with the use of central processing units, video cards, ASIC.

*Keywords:* crypto-currency, bitcoin, mining, electronic exchange, coin generation.

**Рыбак Виктор Александрович**

К.т.н., доцент,

УО «Белорусская государственная академия связи»

6774338@tut.by

**Сулайман Халед Манси**

К.т.н., стажёр, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

**Захра Ганбари**

Аспирант, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

*Аннотация.* В статье рассматриваются восемь современных направлений использования криптовалют. Краны — сайты, на которых с определённой периодичностью есть возможность получить бесплатно определённое количество монет. Баунти — выплаты за участие в продвижении эмиссии в социальных сетях и рекламу. Airdrop — начисление процента на имеющиеся в кошельке количество средств. Торговлю и обмен криптовалютой на электронных биржах. Арбитраж — возможность покупки одной и той же монеты по более низкой цене на одной бирже с целью моментальной продажи по более высокой цене на другой. PoS — доказательство доли владения, когда монеты в кошельке участвуют в конкуренции за право генерации блоков и получения вознаграждения пропорционально объёму вклада. MasterNodes — организация на локальном кошельке узла, который участвует в подтверждении транзакций всей сети и получает за это вознаграждение. Майнинг — использование вычислительных мощностей для генерации криптовалюты с использованием центральных процессоров, видеокарт, ASIC.

*Ключевые слова:* криптовалюта, Биткоин, майнинг, электронная биржа, генерация монет.

**Н**а современном этапе развития нашего общества преобладающая часть наших данных и знаний хранятся в цифровом виде. С появлением производительных компьютеров обработка данных занимает приемлемое для пользователя время, а объёмы информации нарастают в арифметической прогрессии.

После широкого внедрения вычислительных сетей появились идеи перейти от технологии «клиент-сервер» к распределённой обработке и хранению данных, при этом подобные пиринговые сети постепенно эволюционировали от выделения ведущего узла-арбитра до полного равноправия всех членов. Идеи и надёжность подобных сетей настолько хорошо зарекомендовали себя, особенно любимые многими торренты, что логичным представляется появление в 2008 году технологии Блокчейн, которая продвинула ранее существовавшие алгоритмы на новый уровень.

Суть данной идеи — цепочки блоков, обобщённо заключается в том, что для генерации последующего блока используются криптографические алгоритмы, все новые транзакции

включаются в текущий блок, и изменения блока не возможно без одобрения (подтверждения) большей части сети.

Не известно, предполагалось ли автором данной технологии её использование в качестве глобального платёжного средства, но после появления первой криптовалюты Биткоин, последующие её производные — альткоины, стали появляться в большом количестве. На сегодняшний день, согласно данным сайта [1], известны более 1000 различных криптовалют, и это только те, которые торгуются на биржах. Очевидно, что существуют и разрабатываются ещё примерно столько же, которые ещё не имеют котировок.

Анонимность и высокая скорость транзакций в совокупности с огромной волатильностью курсов привлекает к криптовалютам как профессиональных инвесторов, так и простых людей, надеющихся заработать на возрастающей популярности данного инструмента.

Говоря о криптовалютах, чаще всего вспоминают майнинг (генерацию новых монет) и торговлю, хотя су-

**freebitco.in** HOME FEATURES BITCOIN? SIGN UP LOGIN 1 BITCOIN = \$13,799.99

### WIN FREE BITCOINS EVERY HOUR!


- ✓ WIN UP TO \$200 IN FREE BITCOINS
- ✓ MULTIPLY YOUR BITCOINS PLAYING HI-LO
- ✓ WIN HI-LO JACKPOTS UP TO 1 BITCOIN
- ✓ FREE WEEKLY LOTTERY WITH BIG PRIZES
- ✓ BITCOIN SAVINGS ACCOUNT WITH DAILY INTEREST
- ✓ 50% REFERRAL COMMISSIONS FOR LIFE

### CREATE AN ACCOUNT

E-mail Address

Password

Your Referrer

Я не робот 

Кафиденциальность · Условия использования

**SIGN UP!**

[TERMS OF SERVICE](#) [PRIVACY POLICY](#)

Рис. 1. Меню крана freebitco.in

ществуют и другие достаточно привлекательные и выгодные способы их использования. Далее будут рассмотрены **восемь** основных направлений использования криптовалют с учётом вопросов безопасности.

Одним из наиболее простых методов получения криптовалюты является использование «**кранов**». Их суть заключается в бесплатной раздаче монет за посещение сайтов, которых существует несколько сотен. Такие раздачи бонусов и называются кранами с криптовалютой (от англ. faucet—кран). Список сайтов можно найти на официальных страницах соответствующих монет.

Лучшие краны криптовалют не скупятся на вознаграждения и выплачивают от 100–300 Сатоши и более. Максимальный предел выплат за одно посещение может достигать 8–10 или даже 500 тысяч монет. Чтобы понять размер такого заработка, нужно знать текущее отношение 1 Биткоина к Сатоши: 1 Биткоин = 100000 000 Сатоши = примерно 14000 долларов США (на январь 2018 года). Получается, что за один вход на сайт при выплате в 15 монет можно заработать 0,0021 доллара США.

В роли помощника может выступать так называемый ротатор кранов, в котором собраны лучшие краны криптовалюты. С помощью сервиса можно с одного места посещать десятков, а то и сотню различных кранов. Главное — соблюдать заданную периодичность и контролировать объём средств на счету. Если правильно построить относительно новый вид онлайн-заработка, то месячный заработок может быть весьма неплохим.

На практике же 95% всех пользователей кранов в сети получает не больше 40–50 долларов в месяц. Такой доход сложно назвать высоким, но для людей без особого заработка даже это неплохие деньги[2].

Полученные средства можно использовать для дальнейшего развития и инвестировать их, к примеру, в облачный майнинг. Здесь уже открываются перспективы большего заработка и отсутствие необходимости находить сутками возле компьютера.

Стоит учитывать ещё один важный момент. Периодичность выплат на каждом сайте-кране часто отличается. Здесь вариантов множество 3, 5, 10, 15, 20 минуты и более. Есть краны криптовалют, которые производят выплаты реже — раз в час или даже в сутки. Не менее важный момент — вид основной криптовалюты (чаще всего это Биткоины). Последнее время набирают популярности мульти-краны криптовалют. С помощью последних можно добывать несколько видов цифровых денег.

Для примера рассмотрим процесс использования крана freebitco.in (рисунок 1).

После первой регистрации необходимо ввести адрес Биткоин-кошелька, на который будут производиться выплаты. Периодичность цикла на данном ресурсе — 60 минут, для запуска генерации случайного числа, которое влияет на величину приза, необходимо ввести капчу (рисунок 2). С вероятностью одна десяти-

LUCKY NUMBER	PAYOUT
0 - 9885	0.00000014 BTC
9886 - 9985	0.00000145 BTC
9986 - 9993	0.00001449 BTC
9994 - 9997	0.00014493 BTC
9998 - 9999	0.00144928 BTC
10000	0.01449276 BTC

0 7 2 5 5

**You win 0.00000014 BTC, 2 free lottery tickets and 2 reward points!**

Рис. 2. Меню крана

тысячная можно получить максимальные выплаты — около 203 долларов.

Использование кранов, на наш взгляд, является простым способом приобщиться к работе с криптовалютой и может быть рекомендовано для пользователей начального уровня. При этом не надо забывать про надёжный пароль для входа в личный кабинет крана, который будет обеспечивать сохранность монет до накопления достаточной суммы для автоматической транзакции.

Следующим способом получения критовалют без покупки и майнинга является **баунти** (от англ. bounty—щедрый подарок, премия). При этом организаторы эмиссии монет дают свои токены за определенные рекламно-информационные действия без необходимости вкладывать свои деньги. Популярны типы баунти-наград:

- ◆ Фейсбук кампании;
- ◆ Твиттер кампании;
- ◆ Подписные кампании на форуме Bitcointalk;
- ◆ Почтовая подписка по e-mail;
- ◆ Переводы информации об ICO на другие языки;
- ◆ Поиск багов;
- ◆ Дизайн лого, буклетов и прочей информации (иногда на конкурсной основе);
- ◆ Разработка мобильных приложений, кошельков или других программных надстроек.

Конечно, самый большой интерес у участников баунти компаний, вызывают задания, которые не требуют больших интеллектуальных усилий — подписываться на соц. сети ICO проекта, делать репосты и ретвиты, писать комментарии на форуме, ведь кроме раскрученных профилей в социальных сетях ничего не требуется. В большинстве проектов такие баунти мало оплачиваемые (так же как и в плане инвестирования, не все ICO дают прибыль, много проектов заканчиваются не развившись), но в редких случаях удается заработать на одной только подписной кампании при наличии высокого ранга пользователя сотни долларов. Ведь в награду вы получаете такие же токены, какие покупают участники ICO, и вы так же сможете продать их потом на бирже[3].

Есть целый ряд аспектов, на которые нужно обратить внимание, прежде чем решиться тратить собственное время на выполнение баунти задач. Так же, как если бы вы планировали инвестировать свои деньги в ICO.

- ◆ Команда (публичность, их профили в соц. сетях, опыт в блокчейн разработке);
- ◆ Наличие белой бумаги на сайте (Whitepaper);
- ◆ Roadmap;
- ◆ Страница ICO и кол-во подписчиков/обсуждений в соц. сетях, на Bitcointalk.org, Github.com и прочих площадках.

Резюмируя можно отметить, что баунти подходят для тех пользователей, которые имеют обширные контакты

SELL ORDERS ⇄

Total: 6483731.86196115 LBC

Price	LBC	BTC	Sum(BTC)
0.00008101	20.00000000	0.00162020	0.00162020
0.00008132	237.00000000	0.01927284	0.02089304
0.00008143	3197.86808794	0.26040240	0.28129544
0.00008144	100.00000000	0.00814400	0.28943944
0.00008146	285.07297495	0.02322204	0.31266148
0.00008161	476.59185688	0.03889466	0.35155614
0.00008164	155128.00000000	12.66464992	13.01620606
0.00008175	125.15936555	0.01023178	13.02643784
0.00008176	382.02778762	0.03123459	13.05767243
0.00008178	2443.92900000	0.19986451	13.25753694
0.00008179	1000.00000000	0.08179000	13.33932694
0.00008181	1.34457890	0.00011000	13.33943694
0.00008195	1.22050030	0.00010002	13.33953696
0.00008206	3.81942137	0.00031342	13.33985038
0.00008207	24.73875700	0.00203031	13.34188069
0.00008211	1.21812203	0.00010002	13.34198071

BUY ORDERS

Total: 105.09133456 BTC

Price	LBC	BTC	Sum(BTC)
0.00008077	1246.15216879	0.10065171	0.10065171
0.00008076	1573.40401828	0.12706811	0.22771982
0.00008075	13112.98478685	1.05887352	1.28659334
0.00008074	1.55663700	0.00012568	1.28671902
0.00008071	123.90038409	0.01000000	1.29671902
0.00008069	127.21303755	0.01026482	1.30698384
0.00008067	129.47384011	0.01044465	1.31742849
0.00008065	529.16520397	0.04267717	1.36010566
0.00008061	8.10414340	0.00065327	1.36075893
0.00008060	69.07142989	0.00556716	1.36632609
0.00008057	204.64775239	0.01648847	1.38281456
0.00008052	217.53182361	0.01751566	1.40033022
0.00008050	505.00000000	0.04065250	1.44098272
0.00008045	49.65792418	0.00399498	1.44497770
0.00008042	5411.76102272	0.43521382	1.88019152
0.00008041	8.28255192	0.00066600	1.88085752

Throttle Updates 1s Order Grouping 6 decimals

MARKET DEPTH ^

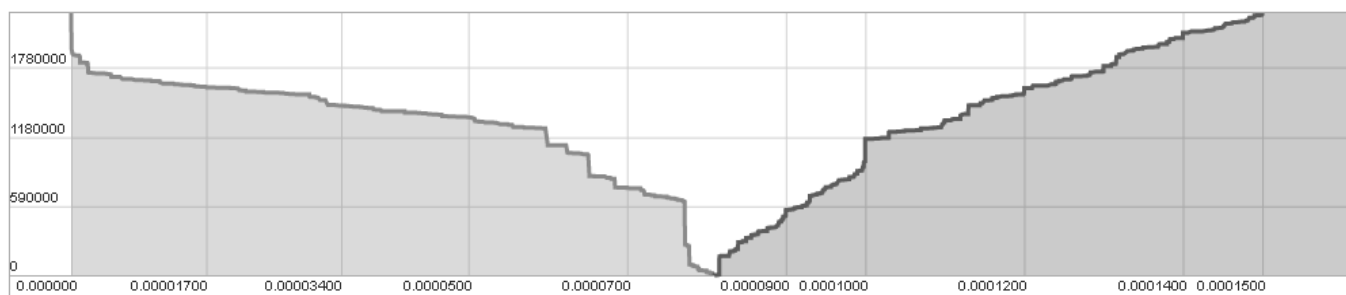


Рис. 3. Торговля криптовалютой LBC на бирже

в социальных сетях и склонны к виртуальному общению и написанию собственных постов.

Следующим действием, которое может приносить доход при наличии криптовалют является получение «подарков с неба» (от англ. **Airdrop** — выброска десанта). По аналогии с банковскими процентами в этом случае держателю криптовалюты с определённым периодом начисляются дополнительные средства. Список монет, по которым начисляется Airdrop можно найти в сети, например, используя сайт [4].

Рассмотрим на примере криптовалюты Vitcore шаги, необходимые для извлечения прибыли от данного инструмента. Во-первых, процент начисляется на монеты, находящиеся на локальном кошельке владельца, при сумме более или равной 1. Во-вторых, адрес кошелька для получения подарков необходимо зарегистрировать на официальном сайте проекта [5]. В-третьих, процент начисляется каждый понедельник. В январе 2018 года

это 5%, в феврале — 6% и далее с увеличением до тех пор, пока весь фонд не будет израсходован. В-четвёртых, проценты начисляются комплексно. То есть за пять понедельников января сумма прирастает не на 25, а на 27,63%.

Таким образом, при условии, что курс криптовалюты не будет падать быстрее прибыли от процентов, данное направление вполне можно рассматривать как один из источников пассивного дохода.

При наличии криптовалюты, например, накопленной при использовании кранов и участии в баунти, её можно обменять на другие монеты, либо доллары США, или Евро. Для этого существуют специальные электронные биржи. И хотя количество последних точно не известно, пятёрку лидеров с учётом объёма торгов можно составить достаточно точно: Binance, Bithumb, OKEx, Bitfinex и Bittrex. Также достаточно популярны у трейдеров такие биржи как Poloniex, c-cex, cruptoria и др.

В рамках противодействия незаконным оборотам денег многие биржи сейчас требуют для регистрации паспортные данные, адрес и телефон. При этом для прохождения данного процесса необходимо сделать селфи и иметь национальный идентификационный документ.

В связи с тем, что известны многочисленные случаи взлома как целых бирж (например, Cryptsy), так и отдельных учётных записей, вопросам безопасности при торговле необходимо уделить особое внимание. Так, кроме логина и пароля для доступа к личному кабинету на бирже и выводу средств рекомендуется включить двухфакторную аутентификацию (2FA) и подтверждение по электронной почте. Суть 2FA заключается в том, что используя, например, Андроид-приложение Google Authenticator, пользователь единожды вводит секретный ключ, на основании которого программа каждые 30 секунд генерирует шестизначный код. Последний и требуется для совершения важных действий с криптовалютами.

Сам процесс торговли интуитивно понятен — формируются заявки на покупку, либо продажу по запрашиваемой цене. Когда желания продавцов и покупателей сходятся — происходит сделка. Для примера на рисунке 3 изображены цены на криптовалюту LBRYCredits (LBC) на бирже Poloniex. Базовой валютой, к которой котируются остальные монеты, как правило, выступает Биткоин, хотя распространены также рынки Ethereum (ETH), Monero (XMR), Litecoin (LTC), Dogecoin (DOGE) и др. При этом следует помнить, что биржа взимает комиссию с каждой совершаемой сделки в пределах долей процента (в зависимости от валютной пары и конкретной биржи). Кроме того, существует плата за перевод — при выводе средств из биржи.

Хотя распространённым правилом среди начинающих трейдеров криптовалютами является «купи и держи» в надежде на рост котировок, существуют риски того, что монеты не просто упадут в цене, а полностью обесценятся. Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что только при должном уровне анализа рынка (с учётом фундаментального и технического анализа) торговля криптовалютами может приносить доход.

Сходным по сути с обменом, но отличающимся по цели, является следующий инструмент использования криптовалют — **арбитраж**. Это совершение сделок по одной и той же монете, но с разницей в курсах. Хотя на биржах нет двойных котировок для покупки и продажи криптовалюты, существуют моменты, когда на разных биржах курсы существенно отличаются. Так, например, согласно сайту [6] 15 января 2018 года в 16:35 курс Биткоина на бирже Binance составлял 13984 доллара,

а на бирже BTCC — 14740, что на 5,4% выше. Таким образом становится возможна сделка покупки монеты по более низкой цене и продаже по более высокой с разницей в 756 долларов без учёта комиссий.

Данное направление очень привлекательно возможностью быстро заработать прибыль, поэтому в настоящее время на многих электронных биржах функционируют роботы — программы, которые отслеживают курсы и выставляют ордера на покупку и продажу. Это, впрочем, не означает, что реальному человеку не возможно стать участником арбитража криптовалют.

Следующим инструментом, который может быть использован для извлечения прибыли является **доказательство доли владения** (Proof-of-stake, PoS). Это метод защиты в криптовалютах, при котором вероятность формирования участником очередного блока в блокчейне пропорциональна доле, которую составляют принадлежащие этому участнику расчётные единицы данной криптовалюты от их общего количества. Данный метод является альтернативой методу подтверждения выполнения работы (PoW), при котором вероятность создания очередного блока выше у обладателя более мощного оборудования.

При использовании этого метода алгоритм формирования блока не зависит от мощности оборудования, но с большей вероятностью блок будет сформирован той учётной записью, у которой текущий баланс больше. Например, участник, владеющий 1% от суммарного количества, в среднем будет генерировать 1% новых блоков[6].

Все существующие криптовалюты можно условно разделить на три вида по алгоритму формирования новых блоков — использующие PoW, PoS и гибридные. На примере гибридной монеты Luxcoin рассмотрим, как работает доказательство доли владения.

Для запуска данного инструмента необходимо скачать с официального сайта программу-кошелёк, установить и перевести на него начальную сумму монет.

Далее, по прошествии 36 часов, находящиеся в кошельке монеты становятся «зрелыми» и участвуют в конкуренции за право сгенерировать новый блок (и получить за это вознаграждение). В среднем 1000 монет генерирует в сутки два блока, которые в зависимости от номера могут принести до 2 монет прибыли (во многих алгоритмах, как и у Биткоина, с возрастанием количества блоков вознаграждение уменьшается). Таким образом, за месяц 1000 монет может принести прибыль в 6% и более при условии, что курс данной монеты не снизился, и количество PoS участников не возросло.

## Baikal Giant X10

Baikal miner spec

- Hash Rate & Power @ Mining Algorithm

Algorithm	Hash Rate	Power(at the wall, with 25°C ambient temp)
X11	10GH/s ± 5%	630W
Quark	10GH/s ± 5%	360W
Qubit	10GH/s ± 5%	390W
Myriad-Groestl	10GH/s ± 5%	150W
Skein	5GH/s ± 5%	120W

**Note:**  
 \* Not support X13, X14, X15  
 \* Soon can add 2 new algorithms by updating(7 algorithms supported)

- Power supply : ATX Power(12v 6pin connector\*6)
- Interface : 1 x Ethernet
- Operation Temp : 0 ~ 40 °C
- Dimension : 312mm(L) x 125mm(W) x 130mm(H)
- Weight : 3800g



Рис. 4. Характеристики ASIC-майнера Байкал

В целом, данный инструмент может быть рекомендован как дополнительный источник дохода к рассматриваемым в статье другим направлениям.

Схожим с PoS, но отличающимся по алгоритму, является инструмент MasterNodes. Это организация на локальном кошельке узла, который участвует в подтверждении транзакций сети и получает за это вознаграждение. При этом объём необходимых монет для запуска такого узла достаточно существенен и постоянен (в отличие от PoS).

Основные причины, по которым разработчики криптовалют предлагают данный инструмент, заключаются в привлечении инвесторов и фиксации части монет в MasterNodes без возможности вывода на биржу. Таки образом, пока установленное правилами количество монет находится в режиме MasterNodes на локальном кошельке этот узел участвует в получении прибыли. Как только объём уменьшается ниже заданного (например, в результате перевода и продажи), MasterNodes перестаёт функционировать.

Существуют ряд сайтов, которые отслеживают наличие MasterNodes у различных криптовалют, а также рассчитывают их прибыльность. Согласно ресурсу [6]

в настоящее время существуют 46 криптовалют предлагающие инструмент MasterNodes. При этом прибыльность составляет от 2 до 1,317% годовых. Очевидно, что такие высокие проценты сопряжены с большим риском, который связан с вероятностью снижения стоимости монет, или вовсе закрытием проекта. При этом наибольший доход предлагают монеты, которые созданы в последние несколько месяцев. «Годовые» криптовалюты как правило предлагают 25–45% годовых.

Для организации MasterNodes необходим компьютер, который имеет выделенный и постоянный IP-адрес, находящийся в сети круглосуточно. Вознаграждения узлу начисляются несколько раз в сутки, а выбор того, или иного узла из списка всех MasterNodes монеты производится равновероятно. Поэтому с увеличением таких узлов доля прибыли, приходящаяся на каждый из них, снижается, хотя количество блоков в единицу времени генерируется одинаковое.

Организация MasterNodes является достаточно привлекательной инвестицией и представляется намного выгодней, чем покупка и удержание монет с надеждой на рост курса, хотя минимальный входной порог для большинства криптовалют достаточно высок — несколько десятков тысяч долларов США и выше (для рассмо-



тренной ранее Luxcoin — 16120 монет, что эквивалентно 496173,6 долларов США).

И в заключение рассмотрим основной источник появления криптовалют — майнинг — генерацию блоков с использованием вычислительных ресурсов.

На момент появления первой криптовалюты Биткоина в 2008 году основным средством майнинга были персональные компьютеры, и в частности их центральные процессоры. Программирование расчётов хэш-функций особо не отличалось от других задач и могло быть реализовано в различных средах и оболочках.

Майнинг с использованием центральных процессоров в настоящее время утратил былую популярность по причине существенного роста сложности, и как результат — затраты на электроэнергию не всегда окупаются получаемой прибылью. Исключение составляют топовые процессоры с большим количеством вычислительных ядер (Intel Xeon, Pentium i7, i9, AMD Ryzen), использование которых за сутки позволяет заработать до 1–2 долларов США, в зависимости от алгоритма и потраченной электроэнергии. Широко известный сервис NiceHash[7] предоставляет возможности скачать программное обеспечение для майнинга и провести оценку ожидаемой прибыльности того, или иного оборудования.

Так, например, процессор i7–7700K, работая круглые сутки на алгоритме CryptoNight способен заработать 1,21 доллар, при цене 0,1\$ за кВт/ч.

Вместе с тем, анализ популярных пулов (сайтов, где объединяются усилия майнеров по различным монетам и алгоритмам) показывает наличие сотен тысяч компьютеров, которые генерируют монеты на центральных процессорах. Это свидетельствует о несанкционированном использовании чужих вычислительных мощностей злоумышленниками. Речь идёт об использовании вирусов и вредоносных программ, которые без ведома хозяев используют чужие компьютеры в своих целях. Известно, что даже крупные производители программного обеспечения, например — мюторента, закладывали в код функции несанкционированного майнинга, не оповещая при этом своих пользователей. А с появлением соответствующих скриптов на кроссплатформенных технологиях (например, написанные на JavaScript), любой владелец сайта может «заставить» работать компьютеры своих посетителей на себя.

Поэтому актуальным представляется использование свежих антивирусных программ и обновлений операционной системы для противодействия несанкционированному использованию вычислительных ресурсов персональных компьютеров.

Исследуя тему майнинга следует отметить, что с увеличением стоимости Биткоина получило развитие такое направление, как создание и использование ASIC (от англ. application-specific integrated circuit, «интегральная схема специального назначения») — интегральная схема, специализированная для решения конкретной задачи. В отличие от обычных интегральных схем для общего назначения, специализированные интегральные схемы применяются в конкретном устройстве и выполняют строго ограниченные функции, характерные только для данного устройства; вследствие этого выполнение функций происходит быстрее и, в конечном счёте, дешевле[8].

В результате на сегодняшний день подобные устройства используются для генерации криптовалют по алгоритмам: SHA-256, Scrypt, X11, Quark, Qubit, Skein и новые алгоритмы появляются постоянно.

ASIC-майнеры, как правило, выпускают в виде, представленном на рисунке 4, с мощным вентилятором и разъёмами для подключения внешнего источника питания. Такие устройства не являются компьютерами и для своего управления и подключения к сети используют RaspberryPi или Arduino.

Вместе с тем, другим актуальным направлением майнинга на сегодняшний день является использование видеокарт. Речь идёт о платах, с количеством ядер (потоков) 1000 и более. Чаще всего используются такие модели, как AMD RX 470, 480, 570, 580, Fury, Vega; nVidia GTX 1060, 1070, 1070 ti, 1080, 1080 ti, Titan. Использование маломощных и встроенных видеоадаптеров экономически не целесообразно.

С учётом того, что современные видеокарты используются также для организации нейронных сетей и разработки моделей искусственного интеллекта, на рынке в последние полгода ощущается нехватка предложений и как следствие — увеличение цены, и снижение срока окупаемости данного оборудования.

В заключении хотелось бы отметить, что изложенным материалом авторы не агитируют читателей начать использовать или майнить криптовалюту. О существующих преимуществах и рисках использования последней необходимо осведомляться заранее и более подробно. Вместе с тем, реалии сегодняшнего дня таковы, что ежедневный оборот криптовалют превышает 45 млрд. долларов США, скорость транзакций существенно превосходит банковские переводы, поэтому главное, на что надо обратить внимание, на наш взгляд, это вопросы безопасности [9], при решении которых данный инструмент представляется достаточно удобным, надёжным и перспективным.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://coinmarketcap.com/currencies/volume/24-hour/>
2. <https://24paybank.com>
3. <https://medium.com>
4. <https://airdropalert.com/>
5. <https://bitcore.cc/>
6. <https://ru.wikipedia.org/>
7. <https://masternodes.pro/>
8. <https://ru.wikipedia.org>
9. Рыбак, В. А. Криптовалюта: от удобства использования к защите от угроз / В. А. Рыбак, З. Ганбари // Проблемы инфокоммуникаций. — 2016. — № 2(4). — С. 62–67.

---

© Рыбак Виктор Александрович (6774338@tut.by), Сулайман Халед Манси, Захра Ганбари.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Белорусская государственная академия связи

# РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ДЛЯ ПЛАНШЕТНОГО ПК НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID

## DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED WORKPLACE OF TEACHER FOR TABLET PC ON ANDROID PLATFORM

*O. Yurkova*

*Annotation.* The aim of the work is to improve the efficiency of the teacher by automating the recording of attendance and student performance.

Methods of database synchronization were studied and a two-way synchronization algorithm for the teacher's workstation was developed. The conducted testing allowed to establish the reliability of the program, as well as compliance with the specification of its functional characteristics. During the testing, the program confirmed the declared functionality, stability and reliability.

*Keywords:* automated workplace, organizer, database, synchronization, software architecture, android.

**Юркова Ольга Николаевна**

*К.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»  
yurkova\_olga@mail.ru*

*Аннотация.* Цель работы — повысить эффективность работы преподавателя путем автоматизации ведения учета посещаемости и успеваемости студентов.

Были изучены методы синхронизации баз данных и разработан алгоритм двухсторонней синхронизации для АРМ преподавателя. Проведённое тестирование позволило установить надёжность работы программы, а также соответствие спецификации её функциональных характеристик. При тестировании программа подтвердила заявленную функциональность, устойчивость и надёжность

*Ключевые слова:* автоматизированное рабочее место, органайзер, база данных, синхронизация, архитектура программного средства, android.

## Введение

**П**реподаватели носят с собой массу бумаг со сведениями о посещаемости и успеваемости студентов. Многих из преподавателей устраивает такое положение дел, но на сегодняшний день многие молодые преподаватели уже не представляют себя без планшетов, мобильных устройств и хотели бы иметь под рукой мобильный вариант учета посещаемости и успеваемости студентов в качестве основного места учета, другие рассматривают мобильный вариант как резервную копию. Так же органайзер для мобильного устройства носит большое преимущество перед бумажной версией, в нем можно ставить напоминания или подсказки при сдаче работ или при проверке студентов. В любом случае каждый выбирает, то, что удобно ему. Цель работы — повысить эффективность работы преподавателя путем автоматизации ведения учета посещаемости и успеваемости студентов, а также повышение качества преподавания дисциплины путем выявления проблемных тем, анализа отчетов об их сдаче. Поэтому, перед нами стоят следующие задачи: анализ работы преподавателя; сравнение функциональности программ-аналогов; проектирование и разработка программы АРМ преподавателя; тестирование разработанной программы АРМ преподавателя.

## Моделирование процесса работы преподавателя

Для моделирования процесса работы преподавателя выбрана методология SADT. Это методология структурного анализа и проектирования, интегрирующая процесс моделирования, управление конфигурацией проекта, использование дополнительных языковых средств и руководство проектом со своим графическим языком. Диаграммы SADT позволяют моделировать предметную область в таком виде, в каком она существует на данный момент. Данная методология позволяет разделить действия и функции, быстро и с высокой точностью отразить процессы, происходящие в предметной области [2]. Именно это и послужило причиной выбора данной методологии для построения модели работы преподавателя (рис. 1).

## Обзор программ-аналогов

В настоящее время существует огромное множество программ органайзеров, но органайзеров для преподавателя существует не так уж и много.

Данные органайзеры были выбраны как наиболее подходящие для преподавателя: «Домашние задания»

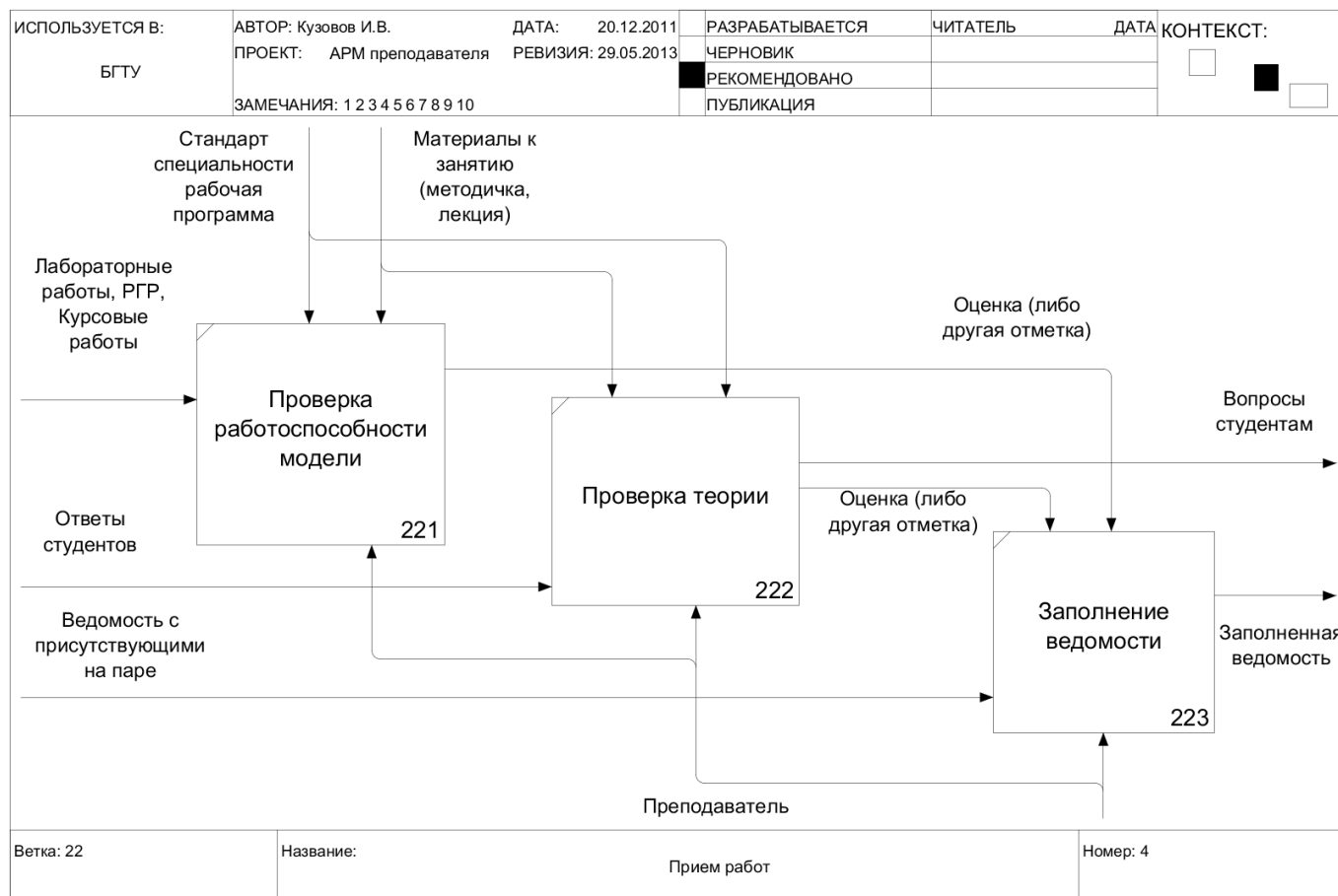


Рис. 1. Модель работы преподавателя

Таблица 1. Сравнение особенностей программ-аналогов

Особенности	Название	Домашние задание для Android	LeaderTask	Teacher Timetable Helper
Направленность на ВУЗ		+	+	-
Локализация		+	+	-
Клиент для ПК		-	+	-
Возможность резервного копирования		-	+	-
Ведение списка учеников		-	+	+
Возможность рассылки напоминаний ученикам		-	-	+
Выставление оценок		-	-	+
Требование к работам		-	-	-
Проверка посещаемости		-	-	+
Отчеты		-	-	-
Двухнедельное расписание		+	-	-

для android и Teacher Timetable Helper, либо наиболее гибкие в настройке: LeaderTask.

Все рассмотренные аналоги (табл. 1) имеют свои сильные и слабые стороны, но, к сожалению, ни один

из них не подходит для преподавателя из-за недостаточной функциональности, сложности адаптации и несколько иной специализации. Поэтому в процессе работы нужно учесть те достоинства, которые были найдены и избежать недостатков.

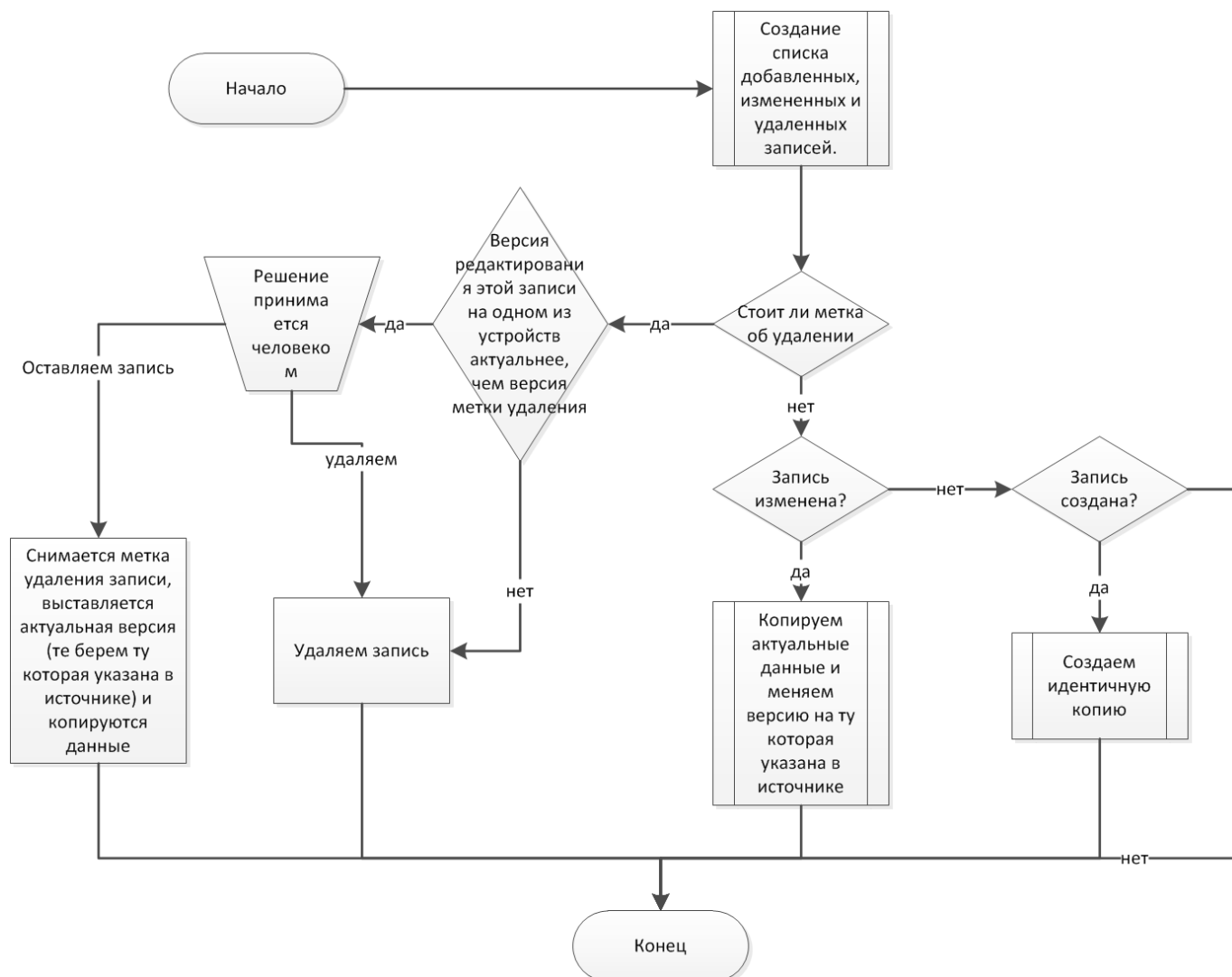


Рис. 2. Блок-схема алгоритма синхронизации

## Интерфейсы пользователя

На устройстве под управлением ОС Android приложение должно:

- ◆ работать в полноэкранном режиме;
- ◆ иметь достаточно большие кнопки для управления;
- ◆ иметь подписи на кнопках или под ними;
- ◆ использовать выпадающие списки для выбора параметра;
- ◆ использовать списки для отображения больших объемов данных;
- ◆ использовать разноуровневые списки;
- ◆ использовать таблицы для отображения табличных данных;
- ◆ использовать диалоги при работе с пользователем;
- ◆ использовать всплывающие подсказки для вывода ошибок;

- ◆ использовать подсказки для вывода информационных сообщений;
- ◆ допускается использование общепринятых англоязычных слов в элементах интерфейса;
- ◆ корректно отображаться на экранах от 8 дюймов.

При разработке АРМ были рассмотрены требования, предъявляемые к репликации данных, основные подходы синхронизации, а так же рассматривались готовые решения для синхронизации и репликации. Но, ни один алгоритм не удовлетворяет потребностям разрабатываемой системы в силу технических ограничений системы, высокой сложности реализации или высокой нагрузке на сеть, процессор и внутреннюю память. Готовые решения так же не могут удовлетворить техническим особенностям разрабатываемой системы. В результате был разработан собственный алгоритм (рис. 2), позволяющий синхронизировать данные в автоматизированном рабочем месте преподавателя.

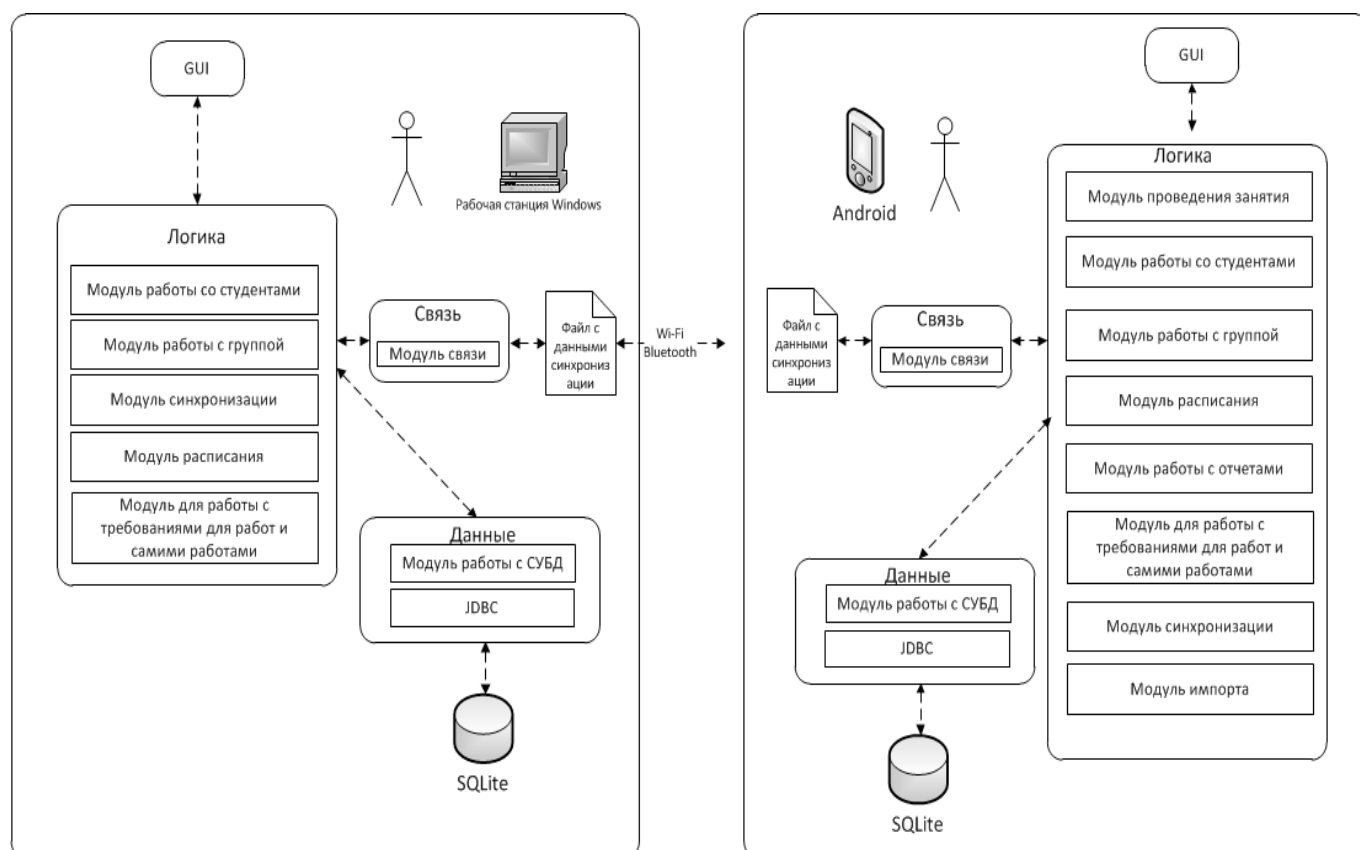


Рис. 3. Архитектура программного продукта

### Архитектура программного продукта

Приложение построено по типу насыщенного клиентского приложения [3]. АРМ преподавателя состоит из двух независимых приложений (рис. 3) одно из которых работает на Windows, другое на Android. Данные в приложениях хранятся в БД SQLite. Имеется возможность двунаправленной синхронизации данных между базами. Данные передаются посредством WI-FI. Рассмотрим каждый модуль детально.

#### Модуль «проведения занятия».

- ◆ Предоставляем возможность по ведению журнала.
- ◆ Предоставляет дополнительную информацию для проведения пары, такую как вопросы по лабораторным работам, личные заметки, и т.д.
- ◆ Предоставляет возможность помощи преподавателю вызывать студентов с приоритетом (например, студенты с наибольшим количеством сданных работ).

#### Модуль «работы со студентами».

- ◆ Предоставляет получение или занесение информации о студенте.
- ◆ Просмотр его успеваемости, посещаемости.

#### Модуль «работы с группой».

- ◆ Предоставляет получение или занесение информации о группе.
- ◆ Формирование группы.

Модуль «расписания» предоставляет доступ к расписанию преподавателя, позволяет добавлять, править или удалять события.

Модуль «работы с требованиями» предоставляет возможность добавления новых работ и требований к ним.

Модуль «импорта» позволяет добавлять студентов и информацию о них из CVS-файла.

Модуль «работы с отчетами» предоставляет возможность увидеть сводную таблицу пропусков группы по предмету или ее успеваемости.

Модуль «синхронизации»: предоставляет возможность односторонней или двухсторонней синхронизации между ПК и мобильным устройством.

Модуль «связи»: реализует интерфейс передачи данных через физический интерфейс (WI- FI).

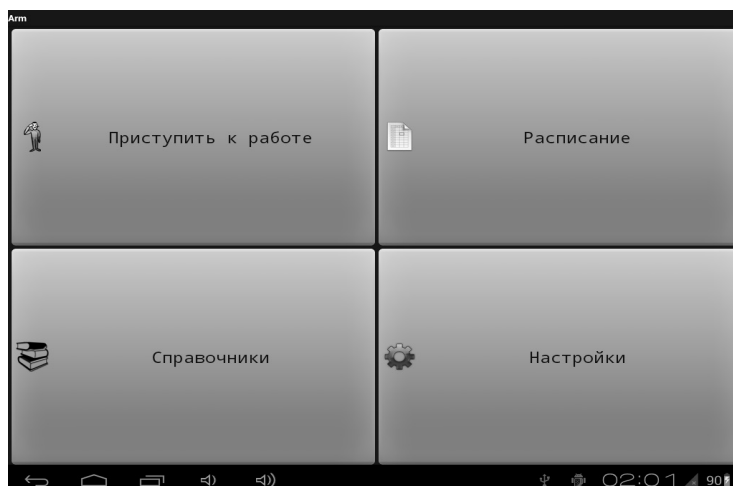


Рис. 4. Главное окно программы

Модуль «работы с СУБД»: реализует интерфейс взаимодействия с СУБД. В этом модуле находятся функции выборки, вставки, добавления и удаления данных.

#### Выбор средств разработки

Использовалась новая среда разработки Android Studio, которая появилась 13 мая 2013 года. Основой для новой IDE стала платформа IntelliJ от компании JetBrains. За непродолжительное время использования этой среды не было выявлено каких-либо ошибок. Помимо возможностей, присутствующих в IntelliJ IDEA, в Android Studio реализовано несколько дополнительных функций, таких как новая подсистема сборки, тестирования и развёртывания приложений, основанная на сборочном инструментарии Gradle и поддерживающая использование средств непрерывной интеграции. Для ускорения разработки приложений представлена коллекция типовых элементов интерфейса и визуальный редактор для их компоновки, предоставляющий удобный предпросмотр различных состояний интерфейса приложения (например, можно посмотреть как интерфейс будет выглядеть для различных версий Android и для различных размеров экрана). Для создания нестандартных интерфейсов присутствует мастер создания собственных элементов оформления, поддерживающий использование шаблонов [1]. Для хранения данных выбрана СУБД SQLite использовалась легковесная встраиваемая реляционная база данных. SQLite является единственной СУБД доступной для использования в Android.

#### Интерфейс программы

Администратор должен установить на компьютер. NETFrameWork, версии не ниже 3.0. Для обеспечения

синхронизации администратор должен настроить беспроводную локальную сеть на планшетном ПК и настольном ПК. Установку на ПК производить не нужно, так как приложение запускает из исполняемого файла.

Для установки на планшетный ПК требуется перенести исполняемый APK-файл на внешнюю память устройства. После чего перейти в настройки. Во вкладке безопасность нужно установить флаг на «Неизвестные источники». После этого с помощью любого файлового менеджера нужно перейти к месту хранения APK-файла и запустить его. Когда установка закончится — система оповестит администратора об этом.

После запуска появится стартовое окно (рис. 4), где нужно будет нажать на справочники, чтобы заполнить необходимый минимум для начала работы. В ежедневной работе приходится помимо заполнения справочников также редактировать и удалять в них информацию. Для редактирования или удаления информации необходимо произвести долгое нажатие на соответствующем элементе, после чего появится диалог с двумя пунктами «Править» и «Удалить». В некоторых элементах для правки требуется просто нажать на элемент.

Сервисные функции приложения находятся во вкладке «Настройки». При помощи сервисных функций можно импортировать данные о студентах из CVS-файла, задать пароль на приложение, сбросить БД в исходное состояние, а также произвести синхронизацию данных.

#### Тестирование

Испытания работоспособности программы в исключительных ситуациях основывалось на применении некорректных или отсутствующих данных, проверке

в случае сбоев, провокационных или злоумышленных действий пользователя.

Для начала были произведены с удалением файла БД из системы. В этом случае программа при очередном запросе к БД выдала ошибку и закрылась, после повторного запуска пересоздала этот файл и продолжила работу. Естественно, данные, хранившиеся в удаленном файле, были утеряны. В процессе синхронизации было разорвано Wi-Fi-соединение. Программа выдала ошибку и откатила все изменения на момент до начала синхронизации.

Был проверен случай, когда работа пользователя неожиданно прерывалась (например, при выключении электропитания). После возобновления работы, программный продукт продолжал работать в штатном режиме.

Был проверен случай, когда переполнение оперативной памяти вызвало перезагрузку планшета. В результате данные находящиеся в незавершенных транзакциях откатились в момент начала транзакции.

Были протестированы все наиболее важные элементы АРМ и самые уязвимые её места. В ходе тестирования программа показала необходимую функциональность, устойчивость и надёжность.

## Заключение

АРМ предназначено для обеспечения удобства работы преподавателей и сокращения бумажного документооборота.

В рамках данной работы проведена подготовка исходных данных о предметной области и продуктах, схожего направления, осуществлено проектирование информационной и функциональной модели, разработка интерфейса пользователя, написание и отладка программного кода, подбор и реализация тестовых примеров на основе имеющихся данных.

Разработанный программный продукт является актуальным, т.к. обладает следующим набором возможностей.

1. Хранение данных о студенте.
2. Возможность преподавателю увидеть свое расписание в режиме четная/нечетная неделя с указанием текущей недели. При нажатии на конкретную пару должно отображаться окно со списком групп в формате «год обучения специальность номер группы».
3. Возможность увидеть список группы и посещаемость по преподаваемой дисциплине.
4. Предусмотреть режим редактирования посещаемости.
5. Возможность увидеть список группы и успеваемость по преподаваемой дисциплине.
6. Предусмотреть режим редактирования успеваемости.
7. При нажатии на студента в списке группы должна выводиться контактная информация: электронная почта, телефон.
8. Возможность иметь список требований к каждой лабораторной работе и по мере сдачи лабораторной работы студентом пометить выполненное требование.
9. Возможность блокировки программы паролем.
10. Возможность синхронизации с ПК.

Продукты-аналоги, имеющие подобный функционал и возможности либо не имеют подобного функционала, либо имеют перегруженный (запутанный) интерфейс, что делает их недоступными для ряда потенциальных потребителей.

Функциональные возможности автоматизированного рабочего места, разрабатывались на основе обобщения достоинств и недостатков программ аналогов. Актуальность разработки заключается в том, что в данное время не во всех учебных заведениях используются АРМ, обладающие сходным функционалом, и зачастую они не обладают необходимыми требованиями, среди которых: несовместимость с последними технологиями системного программного обеспечения; отсутствие составления и печати отчетов о проведенной работе; отсутствие требований для сдаваемых работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дейтел П., Дейтел Х., Дейтел Э., Моргано М. Android для программистов: создаём приложения // СПб.: Питер. — 2013. — 560 с.
2. Вендров А. М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем // М.: Бином. — 2003. — 215 с.
3. Орлов. С. А., Цилькер Б. Я. Технологии разработки программного обеспечения. // М.: Просвещение. — 2012. — 608 с.

© Юркова Ольга Николаевна (yurkova\_olga@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ВЛИЯНИЕ КУМЫСОЛЕЧЕНИЯ НА МОТОРНУЮ ФУНКЦИЮ КИШЕЧНИКА И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТЕЛА ЖЕНЩИН С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ

## EFFECT OF KOUMISS TREATMENT ON MOTOR FUNCTION OF THE INTESTINE AND COMPONENT COMPOSITION OF THE WOMAN BODY WITH METABOLIC SYNDROME

*I. Atabaev  
A. Kaipova  
G. Belov*

**Summary:** The aim of the study was to evaluate the effect of koumiss lepton in mid-mountain conditions on the motor function of the intestine and the component composition of the body of 20 women with metabolic syndrome. The control group consisted of 20 female residents of Osh of the same age with normal body weight.

Women of the main group had significant deviations in anthropometric, clinical and functional indices, reduced peristaltic activity. Koumiss treatment in mid-mountain conditions has shown a significant positive dynamics of the studied indicators.

**Keywords:** bioimpedance analysis of body composition, computer phonoenterography, metabolic syndrome, koumiss.

**Атабаев Ибрагим Насырович**

*Ошский Государственный Университет;*

**Каипова Айжамал Кочкорбаевна**

*Врач - терапевт, аспирант, Ошский Государственный Университет;*

**Белов Георгий Васильевич**

*Д.м.н., профессор, Ошский Государственный Университет*

**Аннотация.** Целью исследования явилась оценка влияния кумысолечения в условиях среднегорья на моторную функцию кишечника и компонентный состав тела 20 женщин с метаболическим синдромом. Контрольную группу составили 20 жительниц г. Ош того же возраста с нормальной массой тела.

Женщины основной группы имели существенные отклонения антропометрических, клинико-функциональных показателей, сниженную перистальтическую активность. Кумысолечение в условиях среднегорья показало существенную положительную динамику изучаемых показателей.

**Ключевые слова:** биоимпедансный анализ состава тела, компьютерная фоноэнтерография, метаболический синдром, кумыс.

**О**ценка эффективности восстановительного лечения метаболического синдрома не такая уж простая, так как нет четких критериев отличия от нормы — большой общий вес зачастую не является признаком здоровья или болезни [5, 12]. Но именно на быстрое снижение веса направлены многочисленные программы, предлагаемые на курортах и в оздоровительных центрах. Часто используется гидроколонотерапия и различные слабительные средства, за неделю или десять дней пациенты сбрасывают 10–15 кг, однако назвать это патогенетическим лечением нельзя. Метаболические и функциональные отклонения при этом не корректируются, и пациенты затем опять набирают вес.

Более физиологичными являются способы лечения метаболического синдрома с использованием природных и преформированных физических факторов, комплексных реалитационных программ [3, 4, 6].

В последнее время появились компьютеризованные приборы и методики, позволяющие более точно диа-

гностировать степень нарушений липидного обмена и оценивать биологическую сущность выявленных отклонений [7, 10, 13], в частности возникающих при этом нарушений моторной функции кишечника, являющейся важнейшим патогенетическим механизмом метаболического синдрома [2, 9].

Известно выраженное действие кумыса на моторную функцию желудочно-кишечного тракта, позволяющее использовать его для профилактики и лечения метаболического синдрома [1, 8]. В Кыргызстане имеется многолетний эмпирический опыт лечения ожирения в горных кумысолечебницах [11], однако работ, подтверждающих эффективность кумысолечения при использовании современных принципов доказательности пока мало.

### Цель исследования

Оценка влияния кумысолечения в условиях среднегорья на моторную функцию кишечника и компонентный состав тела женщин с метаболическим синдромом.

Таблица 1. Антропометрические показатели у женщин контрольной группы и основной группы (M±m)

Группы	Рост (см)	Вес (кг)	ИМТ	Окр. талии (см)	Окр. бедер (см)	ТПК на животе (мм)
Контрольная	160,76 ±1,6	55,24 ±2,4	21,35 ±2,0	69,38 ±2,5	92,94 ±1,7	16,5 ±1,6
Основная	159,77 ±1,4	70,8 * ±1,7	27,69 * ±2,1	91,8 * ±2,2	99,47 * ±1,9	34,12 * ±1,5

Примечание: \* — критерий различие с контрольной группой  $p < 0,05$ ;

### Дизайн исследования

Проведено сравнительное, рандомизированное исследование 20 женщин с метаболическим синдромом, жительницах г. Ош, прошедших двухнедельный курс кумысолечения на среднегорной кумысолечебнице в Алайском районе Кыргызстана в июне 2016 года.

Возраст женщин от 25 до 45 лет, средний возраст  $38,2 \pm 1,7$  года.

Критериями включения в основную группу были:

1. Информированное согласие женщин на проведение исследований и выполнение предлагаемой программы.
2. Относительное здоровье, отсутствие текущих инфекционных и соматических заболеваний.
3. Избыточный вес, превышающий возрастную норму более чем 10%, индекс массы тела (ИМТ) более  $25 \text{ кг/м}^2$ , толщина кожной складки на животе более 3 см.

Контрольную группу составили 20 жительниц г. Ош того же возраста  $38,8 \pm 1,7$  года с нормальной массой тела. Все обследованные вели схожий образ жизни, были представителями профессий умственного труда.

### Методы исследования

1. Стандартное клинико-лабораторное обследование (общий анализ крови, общий анализ мочи, определение сахара, холестерина, липопротеидный профиля, печеночные тесты, ЭКГ, частота сердечных сокращений, мониторинг артериального давления).
2. Антропометрические измерения (рост, вес, расчет индекса массы тела, окружность талии, бедер, ягодиц, плеча).
3. Определение толщины кожной складки (ТКС) на животе, груди, поясничной части спины, бедрах и плече при помощи калипера электронного цифрового КЭЦ-100, погрешность 1 мм.
4. Определение компонентного состава тела при помощи биоимпедансного анализатора ABC-01 «Медасс» с определением следующих параметров: индекс массы тела, жировая масса тела (в кг

и в%), безжировая масса (в кг), активная клеточная масса (в кг), скелетно-мышечная масса (в кг и в%), удельный (нормированный на площадь поверхности тела) основной обмен (в ккал/м<sup>2</sup>/сут), общая вода организма (в кг), объем внеклеточной жидкости (в кг).

5. Компьютерная фоноэнтерография (ФЭГ) проводилась в следующем порядке. Первые записи проводили натощак, затем давалась 200 мл минеральной воды и повторную запись проводили через 10 минут. Звуки снимаются микрофоном в околопупочной области в течение 1 минуты при обычном дыхании и определяется частота среднеамплитудных звуков, затем при задержке дыхания на 10 сек. Цифровые сигналы усиливаются и записываются на компьютер. Полученная запись статистически анализируется при помощи звукового редактора. Для оценки моторной функции ЖКТ используются следующие параметры: амплитуда пиковая (АП) и амплитуда средняя (АС) в децибелах при входе на компьютер (условная величина, зависящая от параметров усилителя), длительность сигнала (ДС) в микросекундах, частота звука в герцах.

Исследование проведено до выезда на кумысолечение и в день возвращения на 15 суток. Ежедневно женщины занимались ходьбой по пересеченной местности на расстояние не менее 3 километров.

Кумыз — национальный напиток из кобыльего молока, полученный в результате молочнокислого и спиртового брожения при помощи болгарской и ацидофильной молочнокислых палочек и дрожжей. Калорийность его — всего 50 килокалорий, в 100 граммах кумыса содержится чуть больше 2 г белков, 5 г медленно усвояемых углеводов, 1,9 г полиненасыщенных жиров.

Динамика каждого показателя определялась индивидуально, а затем высчитывалась  $\Delta$  средняя в  $M \pm m$ . Обработка результатов проводилась при помощи компьютерных программ вариационной статистики Excel и SPSS для параметрических и непараметрических показателей

Таблица 2. Компонентный состав тела у женщин контрольной группы и основной группы до и после курса кумысолечения ( $M \pm m$ ).

Показатели / ед. измерения	Контрольная	Основная
Жировая масса, кг	15,1±2,4	24,6 ±2,2*
Жировая масса,%	27,45±2,2	35,81±2,3*
тощая масса, кг	39,97±1,7	42,54 ±1,8
Скелетно-мышечная масса, кг	19,6±1,6	20,29±1,4
Скелетно-мышечная масса,%	49,01±2,0	45,61±1,6
общая вода организма, кг	29,3±2,7	32,5±2,7
объем внеклеточной жидкости, кг	17,0±1,30	21,1±1,30*
Удельный основной обмен ккал/м <sup>2</sup> /сут	808,2±15,0	763,2±17,0*

Примечание: \* — критерий различия с контрольной группой  $p < 0,05$ ;

Таблица 3. Артериальное давление и биохимические показатели у женщин основной и контрольной группы ( $M \pm m$ )

Группы	САД (мм р.ст)	ДАД (мм р.ст)	ЧСС Уд/мин	Сахар крови (ммоль/л)	Холесте-рин (ммоль/л)
Контрольная	108,27±3,2	72,22±1,4	73,5±1,4	3,45±0,23	3,30±0,19
Основная	120,8±3,3*	75,3±1,4	82,3±1,4 *	4,90±0,32*	4,28±0, 21*

Примечание: \* — критерий различия с контрольной группой  $p < 0,05$ ;

с применением критерия Стьюдента для параллельного распределения.

#### Полученные результаты и их обсуждение

Антропометрические показатели у женщин контрольной группы лежали в пределах возрастной нормы и были близкими к данным других авторов, приводимыми для здоровых женщин репродуктивного возраста [7]. Женщины с метаболическим синдромом существенно отличались по антропометрическим показателям от своих сверстниц (табл. 1).

Если разница в росте была статистически не значимой, то вес у женщин основной группы превышал на 25% величину в контрольной группе. ИМТ в основной группе был на 29,7% выше. Окружность талии превышала таковую у сверстниц на 28,1%, окружность бедер была выше на 8,2%. ТПК на животе у женщин основной группы превышала таковую в контрольной группе более чем в два раза.

Биоимпедантный анализ состава тела выявил достоверные исходные отличия у женщин с метаболическим синдромом по сравнению с контрольной группой (табл. 2).

При клинко-функциональном обследовании у 4 женщин основной группы выявлено повышенное артериальное давление, у 3 — отмечалась невыраженная

синусовая тахикардия до 90 ударов в мин, у 3 — повышенный уровень сахара, холестерина и триглицеридов в крови, что считается характерным для метаболического синдрома [5, 12]. У остальных показатели были близки к верхней границе нормы. Средние величины этих показателей приведены в таблице 3.

Из таблицы видно, что в основной группе достоверно выше средние показатели САД, СЧЧ, сахара крови и холестерина ( $p < 0,05$ ), хотя они не выходят за границу возрастной нормы.

Параметры ФЭГ были очень вариабельны и характеризовались неравномерным распределением, как в контрольной, так и в основной группе. Различие между показателями Ч и Д в обеих группах было не достоверным. Пиковая и средняя амплитуда в основной группе были достоверно на 27% и на 24% ниже, чем в контрольной группе.

Двухнедельное кумысолечение в условиях среднегорья показало положительную динамику некоторых антропометрических и клинко-функциональных показателей.

Так вес снизился у всех женщин основной группы от 1,5 до 4 кг, в среднем на 2,4±0,4 кг, соответственно у всех женщин уменьшился ИМТ в среднем на 1,7±0,3. Объем талии достоверно уменьшился в среднем на 2,3±0,5 см, объем бедер изменился не существенно. ТПК на животе за 2 недели снизилась на 7,1±2,7 мм.

Биоимпедансный анализ состава тела выявил достоверную динамику жировой массы тела ( $\Delta = -1,4 \pm 0,4$  кг), объема внеклеточной жидкости ( $\Delta = -1,3 \pm 0,3$  кг).

Выраженная динамика наблюдалась со стороны холестерина крови ( $\Delta = -1,1 \pm 0,3$  ммоль/л) и липопротеидов. По нашему мнению, кумыс прежде всего влияет на метаболические функции организма.

Кумыс значительно повысил пиковую и среднюю амплитуду кишечных звуков, умерено длительность и частоту сигналов.

## Выводы

1. Кумысолечение является эффективным средством профилактики и лечения метаболического синдрома и алиментарного ожирения.
2. Саногенный эффект кумысолечения обусловлен более щадящим слабительным и желчегонным действием по сравнению с медикаментами, при этом активизируется моторная функция кишечника, нормализуются метаболические нарушения жирового и углеводного обмена. В условиях среднего-тяжелого саногенный эффект кумысолечения усиливается также за счет повышения основного обмена.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абишева Т. О. Биологические и лечебные свойства кумыса / Т. О. Абишева, Ж. Б. Аширова, А. А. Рамазанова // Мир современной науки. 2015. - № 2 (30). — С. 15–20.
2. Ахрушев Я. М. Изучение двигательной функции тонкой кишки при метаболическом синдроме / Я. М. Вахрушев, М. В. Ляпина, В. Ф. Булычев, В. А. Зеленин // XI съезд НОГР. Тезисы докл. — М.: ЦНИИ гастроэнтерологии. — 2011. — С. 123.
3. Ботвинева Л. А., Обоснование перспективности лечения и профилактики метаболического синдрома курортными факторами / Ботвинева Л. А., Самсонова Н. А., Купцова Е. Н. // Курортная медицина. 2015. № 2. С. 69–71.
4. Короткова С. Б. Физическая реабилитация у больных с метаболическим синдромом / Короткова С. Б., Апарин В. Е., Гриднева И. В., Харина М. В. // Спортивная медицина (реабилитация, ЛФК и АФК). 2016. № 2. -С.90–93
5. Метаболический синдром / под ред. Г. Е. Ройтберга. -М., 2007.
6. Михайленко Л. В. Комплексное применение фитотерапии и минеральных вод для коррекции метаболического синдрома на этапе санаторно-курортного лечения / Михайленко Л. В. автореф. дис. . . . канд. мед. наук. Москва, 2011. 24 с.
7. Николаев Д. В. Биоимпедансный анализ: основы метода, протокол обследования и интерпретация результатов / Д. В. Николаев, С. Г. Руднев // Спортивная медицина. — 2012. № 2. С. 29–36.
8. Патент РФ 2472514 22.03.2012 Способ коррекции метаболического синдрома с применением кумыса и гипобаротерапии / Гильмутдинова Л. Т., Юсупова Р. М., Янтурина Н. Х. и др.
9. Сафронов Б. Г. Физическое обоснование метода компьютерной фоноэнтерографии / Б. Г. Сафронов, И. А. Мокряков, М. В. Царьков, О. В. Полятыкина // Физическая медицина. — 2005. — Т. 15, № 1. — С. 41–44.
10. Соболева Н. П. Биоимпедансный скрининг населения России в центрах здоровья: распространенность избыточной массы тела и ожирения / Н. П. Соболева, С. Г. Руднев, Д. В. Николаев и др. // Российский медицинский журнал. 2014. № 4. С. 4–13.
11. Султанмуратов М. Т., Качкынбаев К. А., Матисаков А. К. Лечение хронического гепатита и других социально значимых заболеваний приемом кобыльего молока в условиях горного климата. Бишкек, 2017. — 160 с.
12. Чубриева С. Ю. Метаболический синдром у женщин репродуктивного возраста: Автореф. дисс. . . . доктора мед. наук. -Санкт-Петербург. 2009. —44 с.
13. Jürimäe T. Validity of optical device lipometer and bioelectric impedance analysis for body fat assessment in men and women / Jürimäe T, Sudi K, Jürimäe J, Payerl D, Möller R, Tafeit E. // CollAntropol. 2005 Dec;29(2):499–502.

## АНТИОКСИДАНТНАЯ СИСТЕМА У ЖЕНЩИН С БРУЦЕЛЛЕЗНЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ПОЧЕК

### ANTIOXIDANT SYSTEM IN WOMEN WITH BRUCELLOSIS KIDNEY DISEASES

**L. Gadzhieva  
J. Ahmedov**

*Summary.* Recently, an important role in the pathogenesis of brucellosis infection and its complications is attributed to oxidative stress. Goal. Comparative evaluation of the antioxidant system (AOS) in patients with brucellosis with and without nephropathy. Material and methods. The study included 51 women with brucellosis of the kidneys and 129 sick women (15–50 years) with brucellosis without nephropathy. The control group included 30 healthy women. All women underwent general clinical examination, as well as AOS research. Results. It was established that in patients with various clinical forms of brucellosis there is a decrease in the buffer capacity of the thiadisulfide unit of the AOS, an increase in the level of malonic dialdehyde, which is a marker of oxidative stress, and glutathione peroxidase, a catalyst for the reduction of peroxide lipids, while patients with brucellosis nephropathy exhibit more pronounced changes, than in patients without renal involvement. Conclusions. In women with brucellosis, there is an increase in the intensity of lipid peroxidation, a decrease in the antioxidant activity of the blood and a violation of the functional state of the AOS, manifested by an increase in the blood levels of SS-groups, a decrease in SH-groups and a thiol disulfide coefficient, and an increase in the level of glutathione peroxidase. The revealed disorders are more pronounced in patients with brucellosis nephropathy.

*Keywords:* brucellosis, women, nephropathy, antioxidant system, lipid peroxidation.

**Гаджиева Лайлаханым Амаровна**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный  
медицинский университет» Минздрава России  
(Махачкала)

leila5379@gmail.com

**Ахмедов Джалалутдин Расулович**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» Минздрава  
России (Махачкала)

*Аннотация.* В последнее время немаловажное место в патогенезе бруцеллезной инфекции и ее осложнений отводится окислительному стрессу. Цель. Сравнительная оценка антиоксидантной системы (АОС) у больных женщин бруцеллезом с и без нефропатии. Материал и методы. В исследование вошли 51 женщина с бруцеллезным поражением почек и 129 больных женщин (15–50 лет) бруцеллезом без нефропатии. В контрольную группу вошли 30 здоровых женщин. Всем женщинам проводили общеклиническое обследование, а также исследование АОС. Результаты. Установлено, что у больных различными клиническими формами бруцеллеза имеет место снижение буферной емкости тиолдисульфидного звена АОС, повышение уровня малонового диальдегида, являющегося маркером оксидативного стресса, и глутатион-пероксидазы — катализатора реакции восстановления перекисных липидов, при этом у больных с бруцеллезной нефропатией отмечаются более выраженные изменения, чем у больных без поражения почек. Выводы. У женщин, больных бруцеллезом, отмечается повышение интенсивности перекисного окисления липидов, снижение антиокислительной активности крови и нарушение функционального состояния АОС, проявляющееся повышением содержания в крови SS-групп, снижением SH-групп и тиолдисульфидного коэффициента, повышением уровня глутатион-пероксидазы. Выявленные нарушения в большей степени выражены у больных с бруцеллезной нефропатией.

*Ключевые слова:* бруцеллез, женщины, нефропатия, антиоксидантная система, перекисное окисление липидов.

### Введение

**Р**яд исследователей важное место в патогенезе ряда инфекционных болезней, а также бруцеллеза, отводит состоянию перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной системы (АОС) [2, 5]. В результате окисления возможна деградация молекулы белков, липидов и других биологически активных веществ [2, 5, 12].

Активация процессов свободно-радикального окисления сопровождается снижением буферной емкости АОС, создавая тем самым угрозу развития «окислительного стресса» [16, 17, 19, 23].

Результаты нескольких исследований показали, что интенсификация ПОЛ и нарастание антиоксидантной недостаточности у пациентов тесно связаны с тяжестью течения бруцеллеза и напрямую зависят от частоты развития осложнений. Достижение патологического уровня в крови конечных и промежуточных продуктов свободно-радикального окисления, повышение содержания насыщенных жирных кислот, повреждение мембран эритроцитов, активация фосфолипаз описаны при многих инфекциях, в том числе и при бруцеллезе [16, 17, 23].

При бруцеллезе в сыворотке крови повышается содержание первичных продуктов ПОЛ, особенно у больных острым бруцеллезом [1]. Известно о снижении

активности супероксиддисмутазы у больных острым и хроническим бруцеллезом по сравнению с таковым показателем здоровых лиц [21].

Итак, анализ данных экспериментальных и клинических исследований, посвященных изучению состояния АОС, свидетельствует о ее немаловажной роли в патогенезе [8, 14] и эффективности лечения инфекционных болезней [7, 10, 13, 15, 18], в том числе и бруцеллезной инфекции.

Несмотря на достаточную изученность ПОЛ и АОС у больных бруцеллезом, мало исследований состояния почек при этом заболевании [20]. Особо актуальным является исследование бруцеллезных нефропатий у женщин детородного возраста.

### Цель исследования

Изучение состояния АОС у больных женщин бруцеллезом для расширения представления о патогенезе бруцеллезной нефропатии.

### Материал и методы

Согласно Женевской конвенции о правах человека (1997 г.) и Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (2000 г.) все вмешательства проводились после добровольного информированного согласия больных на проведение исследований.

Всем больным проводились общеклиническое лабораторное обследование, исследования для подтверждения диагноза бруцеллеза (реакция Райта, Хеддльсона, пассивной гемагглютинации с бруцеллезным эритроцитарным диагностикумом, внутрикожная аллергическая проба Бюрне) [6, 9], инструментальные (рентгенография, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография органов брюшной полости и почек) исследования, бактериологические методы выделения бруцелл из крови в лаборатории Республиканской противочумной станции.

Функциональное состояние АОС оценивалось с помощью количественного определения сульфгидрильных и дисульфидных групп в гемолизате прямым и обратным амперометрическим титрованием [16].

Тиолдисульфидный коэффициент является соотношением содержания SH- и SS-групп и вычисляется по формуле:

$$ТДК = SH / SS,$$

где SH — концентрация в гемолизате сульфгидрильных групп, ммоль/л,

SS — концентрация в гемолизате дисульфидных групп, ммоль/л.

Определение уровня МДА (показатель активности ПОЛ), дисульфидных, сульфгидрильных групп с расчетом тиолдисульфидного коэффициента (ТДК) позволяет оценивать буферную емкость АОС у больных различными клиническими формами бруцеллеза [16, 17, 23].

Исследование интенсивности ПОЛ проводили путем определения промежуточного продукта перекисного окисления — малонового диальдегида (МДА) с помощью тиобарбитуровой кислоты [3].

Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерных программ Microsoft Excel и Biostat. При нормальном распределении определялись следующие статистические показатели: средняя арифметическая (M), стандартное отклонение (+SD), ошибка средней арифметической (+m). Для непараметрических количественных данных определялись медиана, квартили, 5% и 95% перцентили.

Для оценки различий между группами использован непараметрический критерий Манна-Уитни. Различия считались значимыми при  $P < 0,05$ .

### Результаты исследования

В общем анализе мочи выявлены лейкоцитурия у 9,4% женщин. Сравнение общего анализа мочи у наблюдаемых больных и у здоровых лиц показал, что у больных бруцеллезом число лейкоцитов в моче в 4 раза больше, чем в норме.

Проведенные исследования показали, что у 51 (34%) женщин, больных бруцеллезом, были выявлены клинико-функциональные нарушения состояния почек.

Так, у 28% больных различными клиническими формами бруцеллеза выявляются изменения при УЗИ почек в виде диффузных изменений (14,7%), солевого диатеза (5,3%), хронического пиелонефрита (12,6%).

Допплерографически удается выявлять усиление сосудистой сети в почках только у 4,7% больных женщин бруцеллезом.

У 21 (14%) больной женщины бруцеллезной инфекцией на магнитно-резонансной томографии выявлялась картина хронического пиелонефрита, включения в почках (0,7%), а у остальных больных данная методика исследования не показывала патологию почек.

Таблица 1. Репрезентативные значения показателей перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы у здоровых женщин

Показатель	Статистика	Здоровые доноры (n=30)
ПОЛ, ед. оптической плотности	M	1,53
	SD	0,09
SH, ммоль/л	M	11,8
	SD	0,16
SS, ммоль/л	M	4,2
	SD	0,18
ТДК	M	2,98
	SD	0,15

Таблица 2. Показатели перекисного окисления липидов и тиолдисульфидного звена антиоксидантной системы у женщин, больных бруцеллезом с поражением почек (n=51)

Параметр	ПОЛ, ед. оптической плотности	SH, ммоль/л	SS, ммоль/л	ТДК
M	7,5	5,3	5,6	1,0
m	0,15	0,16	0,17	0,04
SD	1,0	1,1	1,2	0,2
95% от	7,22	4,99	5,21	0,92
95% до	7,81	5,64	5,91	1,06

Таблица 3. Показатели перекисного окисления липидов и тиолдисульфидного звена антиоксидантной системы у женщин, больных бруцеллезом без поражения почек (n=129)

Параметр	ПОЛ, ед. оптической плотности	SH, ммоль/л	SS, ммоль/л	ТДК
M	4,4	7,3	5,4	1,4
m	0,12	0,13	0,12	0,04
SD	1,2	1,2	1,1	0,4
95% от	4,14	7,08	5,13	1,35
95% до	4,63	7,58	5,59	1,52
p*	0,014	0,019	0,648	0,033

\*- P для критерия Манна-Уитни — достоверность разницы по сравнению с больными с нефропатией.

У 51 женщины, больной бруцеллезом с поражением почек, были исследованы показатели ПОЛ и тиолдисульфидного звена АОС.

Состояние ПОЛ и АОС у здоровых женщин представлено в таблице 1.

Описательные характеристики ПОЛ и АОС у больных бруцеллезом с поражением почек (n=51) и без такового (n=129) представлены в таблицах 2 и 3.

Анализ результатов исследования показал, что у женщин, больных бруцеллезом с поражением почек, достоверно выше ПОЛ и концентрация SS-групп по сравнению с больными без поражения почек.

Средний уровень МДА у женщин, больных бруцеллезом с поражением почек, отличается от аналогичного показателя у здоровых лиц и у больных бруцеллезом без поражения почек (табл. 4).

Значения активности глутатион-пероксидазы в группах больных статистически не отличались между собой (табл. 5).

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что у больных бруцеллезом имеют место снижение буферной емкости тиолдисульфидного звена АОС, повышение уровня малонового диальдегида, являющегося маркером оксидативного стресса, и глутатион-пероксидазы — катализатора реакции

Таблица 4. Средний уровень малонового диальдегида у здоровых женщин и больных бруцеллезом с и без поражения почек (мкмоль/мл)

Группа	M±SD	p*	p**
Здоровые (n=30)	3,22±0,82		
Больные с поражением почек (n=51)	3,32±0,75	0,648	
Больные без поражения почек (n=129)	3,25±0,73	0,876	0,803

\*- P для критерия Манна-Уитни — достоверность разницы по сравнению со здоровыми;

\*\* - P — достоверность разницы по сравнению с больными с поражением почек.

Таблица 5. Средний уровень глутатион-пероксидазы у здоровых женщин и больных с бруцеллезной нефропатией и без поражения почек (пмоль/с/мл)

Группа	M±SD	p*	p**
Здоровые (n=30)	931,0±322,3		
Больные с поражением почек (n=51)	961,3±322,3	0,774	
Больные без поражения почек (n=129)	940,3±108,5	0,827	0,781

\*- P для критерия Манна-Уитни — достоверность разницы по сравнению со здоровыми;

\*\* - P — достоверность разницы по сравнению с больными с поражением почек.

восстановления перекисных липидов, при этом у больных с бруцеллезной нефропатией отмечаются более выраженные изменения, чем у больных без поражения почек.

Полученные результаты свидетельствуют о снижении активности АОС крови и повышении интенсивности ПОЛ у больных различными клиническими формами бруцеллеза, особенно при осложнении заболевания нефропатиями.

### Обсуждение

Известно, что для бруцеллеза характерно вовлечение в патологический процесс почти всех органов и систем. Изменения со стороны мочевыделительной системы описаны как характерные для пациентов с хроническим бруцеллезом и встречаются в 48,8% случаев [4, 11], при этом у 18,7% больных в моче обнаруживается белок, у 11,6% — преходящие нарушения концентрационной функции почек, у 11,6% женщин — нарушение менструального цикла, сальпингофориты и метриты и у 5,3% больных — привычное невынашивание беременности [4, 12].

В нашем исследовании частота поражения почек у женщин, больных бруцеллезом, составила 34%, из них у 9,4% наблюдалась лейкоцитурия, у 34% — изменения в УЗИ-картине почек, у 4,7% — сосудистые изменения в почках, у 15,4% — изменения в почках при магнитно-резонансной томографии.

### Выводы

У 34% больных женщин бруцеллезом выявляются признаки поражения почек при лабораторных и инструментальных исследованиях.

У женщин, больных бруцеллезом, наблюдается повышение интенсивности ПОЛ, снижение антиокислительной активности крови и нарушение функционального состояния АОС с повышением содержания в крови SS-групп и активности глутатион-пероксидазы, снижением SH-групп и тиолдисульфидного коэффициента. Выявленные нарушения в большей степени выражены у больных с бруцеллезной нефропатией.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абусуева А. С. Экологическая эпидемиология заболеваемости бруцеллезом в Республике Дагестан за 2010–2011 годы // Проблемы экологической медицины: материалы 1-й научно-практической конференции. Махачкала, 2012. С. 162–169.
2. Алигишиева М. Д. Роль антиоксидантной системы в развитии кардио-гемодинамических нарушений у больных бруцеллезом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Нальчик. 2000. 18 с.
3. Андреева Л. И., Кожемякин Л. А., Кишкун А. А. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой // Лабораторное дело. 1988. № 11. С. 41–43.
4. Антонова Т. В. Поражение почек при бруцеллезе // Нефрология. 2000. Т. 24, № 4. С. 31–33.
5. Ахмедова М. Д. Клинико-патогенетические аспекты развития кардиоваскулярных нарушений у больных бруцеллезом и современные возможности их медикаментозной коррекции: дис. ... д-ра мед. наук. М., 2009. 242 с.



6. Бруцеллез: диагностика и методы лечения больных. Федеральные клинические рекомендации. М., 2013. 27 с.
7. Глыбочко П. В., Совершенствование комплексной терапии больных с патологией органов мошонки, формировавшейся на фоне хронической бруцеллезной инфекции // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 2. С. 165–170.
8. Гончарова Л. Л. Тиолдисульфидная система в клинической практике // Лабораторная диагностика. 2003. № 2. С. 3–6.
9. Загоскина Т. Ю. Теоретические и прикладные аспекты конструирования твердофазных иммунохимических тест-систем для диагностики бруцеллеза: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Владивосток, 2004. 24 с.
10. Косымов О. Ш. Протективная эффективность препарата «Имнамак» при бруцеллезе // Врач-аспирант. 2010. № 2. С. 86–90.
11. Кутманова А. З. Значение иммунопатологических реакций в поражении почек при бруцеллезе // Ученые записки Санкт-Петербург. гос. мед. ун-та им. И. П. Павлова. 2001. Т. 8, № 2. С. 122–124.
12. Ляпина Е. П., Хронический бруцеллез: этиология, патогенез, клиника, лечение. Саратов, 2011.
13. Малецкая О. В. и др. Новые подходы к лечению бруцеллеза // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2003. № 6. С. 34–35.
14. Нагоев Б. С., Иванова М. Р. Роль системы антиоксидантной защиты организма в патогенезе острых вирусных гепатитов // Терапевтический архив. 2003. № 11. С. 15–17.
15. Покровский В. И., Малеев В. В. Актуальные вопросы терапии и профилактики в условиях эволюции инфекционных болезней // Инфекционные болезни. 2003. Т. 1, № 1. С. 6–8.
16. Соколовский В. В. Тиолдисульфидное соотношение крови, как показатель состояния неспецифической резистентности организма: учебное пособие. СПб, 1996. 30 с.
17. Тагирбекова А. Р. Клинико-патогенетическая оценка состояния портально-печеночного кровотока и свободно-радикального окисления белков у больных бруцеллезом: дис. ... канд. мед. наук. 2006. 153 с.
18. Шанин Ю. Н., Шанин В. Ю., Зиновьев Е. В. Антиоксидантная терапия в клинической практике: теоретическое обоснование и стратегия проведения. СПб.: Элби, 2003. 128 с.
19. Ющук Н. Д. Диагностическое значение тиолдисульфидного звена антиоксидантной системы при бруцеллезе // Клиническая лабораторная диагностика. 2009. № 7. С. 10–12.
20. Ghanei E, Miladipour A, Nasrollahi A, Homayuni M. Brucellosis with kidney failure. // Iran J Kidney Dis. 2009 apr;3(2):109–11.
21. Karabulut A. B., Sonmez E., Bayindir Y. Effect of the treatment of brucellosis on leukocyte superoxide dismutase activity and plasma nitric oxide level // Ann Clin Biochem. 2005. V. 42(Pt 2). P. 130–132.
22. Sabanis N, Gavriilaki E, Paschou E, Tsotsiou E, Kalaitzoglou A, Kaviakoudis C, Vasileiou S. Renal manifestations of human brucellosis: First report of minimal change disease. // Saudi J Kidney Dis Transpl. 2016 May;27(3):590–4.
23. Willcox J. K., Ash S. L., Catignani G. L. Antioxidants and prevention of chronic disease // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2004. V. 44, N4. P. 275–295.

© Гаджиева Лайлаханым Амаровна (leila5379@gmail.com), Ахмедов Джалалутдин Расулович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дагестанский государственный медицинский университет

## ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФРАКЦИОННОГО CO<sub>2</sub> ЛАЗЕРА В ДЕРМАТОЛОГИИ

### PATHOGENETIC MECHANISMS OF APPLICATION OF FRACTIONAL CO<sub>2</sub> LASER IN DERMATOLOGY

**E. Karpova**  
**O. Demina**  
**E. Guz**  
**O. Danishchuk**

*Summary.* In the past few decades, tremendous progress has been made in the field of laser technologies used to treat a wide range of diseases, including skin diseases. CO<sub>2</sub> laser treatment is an effective, accurate and safe method for a dermatologist, and fractional technologies increase the range of indications and increase in the demand for CO<sub>2</sub> laser.

*Keywords:* CO<sub>2</sub> laser, ablative lasers, non-ablative lasers, fractional laser resurfacing

**Карпова Елена Ивановна**

Д.м.н., ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» Минздрава России; «Клиника Данищука»

**Демина Ольга Михайловна**

К.м.н., доцент, ФБГУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России; «Клиника Данищука» demina.om@mail.ru

**Гузь Елена Витальевна**

Соискатель, «Клиника Данищука»

**Данищук Ольга Игоревна**

Аспирант, «Клиника Данищука»

*Аннотация.* В последние несколько десятилетий достигнуты огромные успехи в области лазерных технологий, применяемых для лечения широкого спектра заболеваний, включая болезни кожи. CO<sub>2</sub> лазерное лечение является эффективным, точным и безопасным методом для дерматолога, а фракционные технологии увеличивают спектр показаний и рост востребованности CO<sub>2</sub> лазера.

*Ключевые слова:* CO<sub>2</sub> лазер, аблятивные лазеры, неаблятивные лазеры, фракционная лазерная шлифовка.

**В** настоящее время лазерные технологии стали мощным и незаменимым инструментом в дерматологии. CO<sub>2</sub> лазер является методом выбора для лечения гемангиом, телеангиэктазий, врожденных и приобретенных гиперпигментаций, доброкачественных эпителиальных новообразований, а также для коррекции рубцов и омоложения кожи [1, 2, 3,4, 12, 17].

Лазеры генерируют световую энергию в виде пучка фотонов, испускаемых лазерной средой, которая традиционно дает название лазера и определяет его длину волны. Например, в рубиновом лазере кристалл рубина и генерирует свет длиной волны 694,3 нм, в CO<sub>2</sub> лазере в качестве среды используется углекислый газ и энергия лазера обеспечивает длину волны 10600 нм. Современные медицинские лазеры излучают длины волн от ультрафиолетовой до дальней инфракрасной области спектра [1, 2, 18].

Основой применения лазера является преобразование энергии лазера в тепло. Взаимодействие между электромагнитным излучением, генерируемым лазером и биологическими тканями, определяется физическими процессами, которые регулируют обмен энергией меж-

ду волной и субстратом и биологическим ответом ткани-мишени. В зависимости от температуры, достигаемой в определенной области, полученная тепловая энергия способна коагулировать, испарять или удалять. При достаточно высоком флюенсе (выше минимального порога абляции) тепло в основном используется для удаления или испарения ткани-мишени, до начала медленного распространения в окружающие ткани [1,2, 4].

Основные биологические мишени, такие как кровь, меланин и вода, по-разному поглощают световую энергию. Степень поглощения определяется оптимальными спектрами поглощения в зависимости от длины волны лазерной энергии (рис. 1). Для лазеров, излучающих в видимом диапазоне и некоторых инфракрасных лазеров основными хромофорами являются гемоглобин, включая окси- и дезоксигемоглобин, и меланин, которые учитываются при терапии сосудистых и меланоцитарных образований соответственно. Для CO<sub>2</sub> лазера (10600 нм) единственным хромофором является вода, также как и для Er: YAG-лазера (2934 нм) [1,6,9,13].

Оптимальным подходом при лечении сосудистых и пигментных дефектах является использование прин-

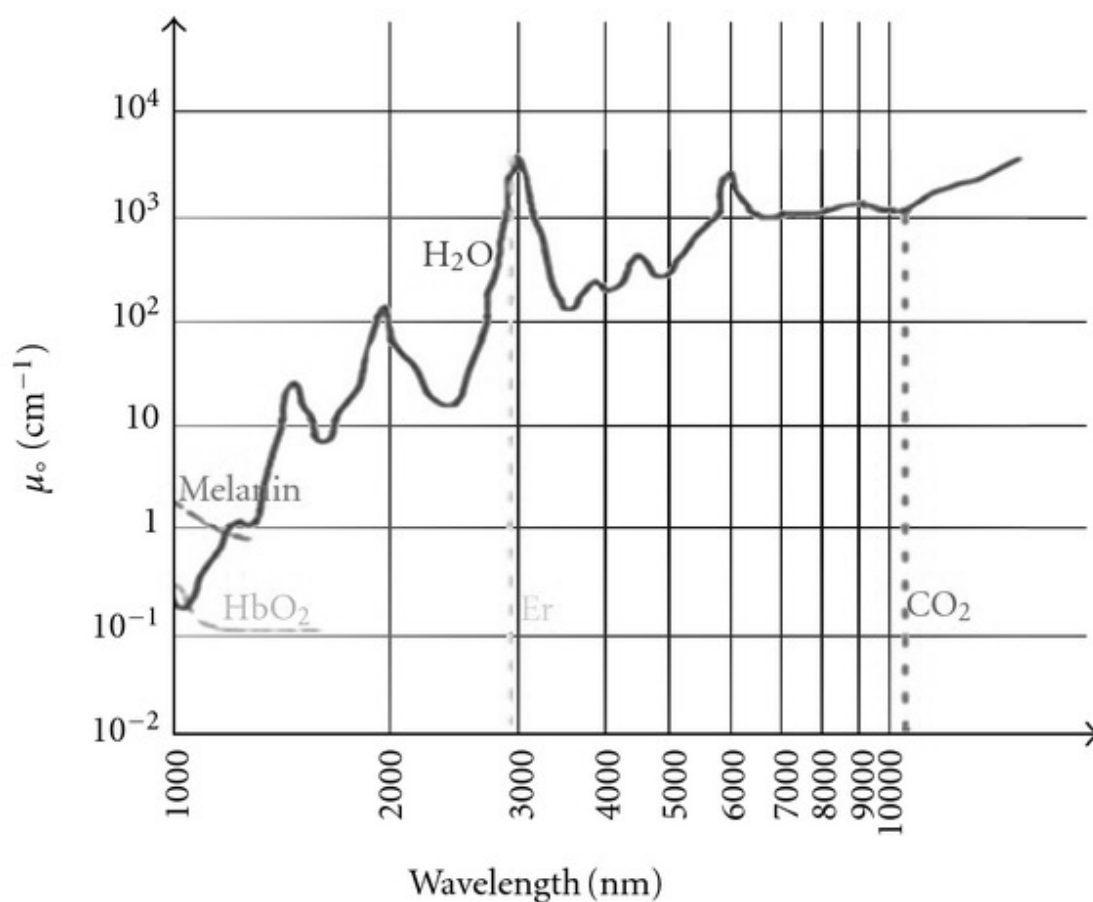


Рис. 1. Спектры поглощения основных хромофоров: воды, оксигемоглобина и меланина.

ципа селективного фототермолиза (СФ) Р. Андерсона и Дж. Париша (1983) [6], который основан на селективном разрушении хромофора при использовании высокой мощности и коротких импульсов без повреждения окружающих тканей. Для достижения этого необходимо выполнить три ключевых условия: 1) цель должна содержать хромофоры, которые поглощают определенную длину волны лазера; 2) эти хромофоры не должны находиться в окружающей ткани; и 3) минимизация повреждения окружающей ткани, что обеспечивается применением высоких пиковых мощностей и коротких импульсов лазера в миллисекундах, микросекундах или наносекундах, последняя достигается при применении Q-switch режима.

Важным параметром также является время термической релаксации (ВТР) — это время, за которой облученная ткань-мишень отдает 50% поглощенного тепла без нагрева окружающих тканей. Следует подчеркнуть, что меньшее тепловое повреждение тканей обеспечивается применением лазерных импульсов с более высокой мощностью при меньшей длительности, чем ВТР вы-

бранной мишени. Это теория СФ, а именно: селективный нагрев ткани путем преимущественного поглощения света соответствующей длины волны и длительностью импульса с выделением тепла в ткани-мишени. Показано, что соблюдение этих теоретических принципов минимизирует термическое повреждение тканей и, как следствие, риск формирования рубцов, а также улучшает клинический результат и сокращает период заживления [11,16,]

CO<sub>2</sub> лазер не соответствует критериям СФ, т.к. хромофором для его длины волны является вода. Вода является основным компонентом кожи (приблизительно 77% ее объема) и, следовательно, играет существенную роль во взаимодействии лазера с биологической тканью, прежде всего в дерматологии. CO<sub>2</sub> лазер работает на длине волны 10600 нм, в дальней инфракрасной области спектра, где преобладают в качестве хромофора поглощение внутриклеточными и внеклеточными молекулами воды. При этом вода равномерно присутствует в мягких тканях, а не только в ткани-мишени, поэтому CO<sub>2</sub> лазер не является селективным и воздействует на всю область

лечения. Это высокое поглощение воды является важным фактором, объясняющим меньшую глубину проникновения Er: YAG лазера в сравнении с CO<sub>2</sub> лазером.

CO<sub>2</sub> лазер был одним из самых первых лазеров и был разработан в 1964 году Пателом и его коллегами, работающими в Bell Labs в США. Этот лазер был быстро признан идеальным хирургическим лазером из-за его высокой абсорбции воды [1, 18].

Первые лазерные системы CO<sub>2</sub>, в которых использовались системы непрерывной доставки света, были эффективны при абляции, а также при иссечении тканей. Однако высокая частота возможных рубцов ограничила его использование в испарении тонких поверхностных слоев. Эффективность CO<sub>2</sub> лазера была гарантирована, но непрерывная подача энергии часто вызывала тепловое повреждение, распространяющееся в ткани на глубину приблизительно 0,5–1 мм, карбонизацию, частые нарушения пигментации, и длительный процесс заживления.

В CO<sub>2</sub> лазере применяется фокусирующая линза, которая сужает коллимированный луч в точечное пятно, что обеспечивает концентрацию энергии. Так, например при фокусировке CO<sub>2</sub> лазера с энергией 3 Вт в пятно 100 мкм, плотность мощности излучения будет равна 38 кВт / см<sup>2</sup>. Этого будет достаточно для мгновенного испарения и абляции, а при линейном перемещении наконечника ткань-мишень рассекается.

Теоретически коэффициент поглощения CO<sub>2</sub> лазера с длиной волны 10600 нм в воде составляет около 5 × 10<sup>2</sup> см<sup>-1</sup> (обратный: 0,2 × 10<sup>-2</sup> см) и поэтому глубина проникновения составляет от 2 × 10<sup>-5</sup> м (20 мкм). Другими словами, это означает, что когда CO<sub>2</sub> лазер используется на биологической ткани *in vivo*, вся энергия лазера поглощается в воде тканей до определенной глубины, что делает CO<sub>2</sub> лазер сравнительно безопасной системой, поскольку вода в ткани поглощает свет и предотвращает более глубокое повреждение тканей. Фактически достигнутая глубина и объем повреждения (площадь облучения × глубина) будут зависеть в первую очередь от интенсивности излучения и, во-вторых, от плотности энергии, которая рассчитывается в Дж/см<sup>2</sup> как время облучения (Вт/см<sup>2</sup>) за период облучения (с).

CO<sub>2</sub> лазер — это тип «бесконтактной хирургии». Фактически, эти лазерные системы обеспечивают точное, эффективное и целевое тепловое воздействие на обработанные участки, одновременно защищая прилегающие области, что гарантирует оптимальные сроки эпителизации. Кроме того, сокращение периода воспаления способствует лучшему заживлению. Высокая точность применения дает возможность абляции эпидермиса, а при увеличении термического воздействия глубина до-

стигает папиллярного или ретикулярного слоев дермы. Важно отметить, что визуальный контроль обеспечивается появлением характерных клинических симптомов: при абляции на уровне эпидермиса определяется опалесцирующая поверхность с образованием микровезикул с типичным потрескивающим звуком. После удаления карбонизированного слоя появляется папиллярная дерма в виде плоской, гладкой, розовой поверхности.

Показана высокая терапевтическая эффективность CO<sub>2</sub> лазера при лечении рубцов, подтверждаемая клинически и гистологически [10, 20] Эпидермальная абляция возникает после первого прохода CO<sub>2</sub>-лазера при стандартных параметрах обработки (испарение ткани на глубину 20–60 мкм). Однако для сокращения коллагена и ремоделирования — 2 фактора, которые наиболее вероятно обеспечивают клиническое улучшение, проводятся 1–2 дополнительных прохода. В результате повышения температуры дермы с 55 °С до 62 °С происходит разрушение внутривитриновых связей, что приводит к конформационным изменениям в тройной спиральной структуре коллагена с последующим сокращением на 1/3 от нормальной длины. Этот механизм CO<sub>2</sub> лазера обеспечивает его эффективность при омоложении кожи [7, 8].

Лазерное лечение связано с возможностью возникновения побочных эффектов. По нашему опыту, немедленные побочные эффекты включают боль, эритему и отек, которые встречаются главным образом при применении высокой мощности и, как следствие, длительному периоду реабилитации в течение недель и даже месяцев. Развитие технологий дало высокоэнергетические, «суперимпульсные» («superpulsed») и сканер-системы CO<sub>2</sub>, которые генерируют более короткие импульсы с высокими пиками мощности. Это позволяет удалять эпидермальную и дермальную ткань с минимальным риском рубцевания, дает точное и адекватное испарение поверхностных слоев кожи и ограничивает термическое повреждение окружающих тканей [12,24].

При технологии «superpulsed» и использовании сканер-систем интенсивность мощности ограничивается, мы отмечали транзиторные отек и эритему, которые регрессировали в течение нескольких часов. Частота гипер- и гипохромий была минимальной и отмечалось при лечении в летний период времени.

Известно, что аблативная лазерная шлифовка по-прежнему считается «золотым стандартом» для омоложения при фотостарении кожи [9]. Однако, травматичность CO<sub>2</sub> шлифовки, эпителизация через образование корок, риск потенциальных нежелательных реакций, включая боль, эритему, отек, вторичное инфицирование, рубцевание и активацию герпесвирусной инфекции, а также длительный реабилитационный период

Таблица 1. Виды фракционных лазеров

Неаблятивные фракционные лазеры (Non Ablative Fractional Lasers; NAFL)	Аблятивные фракционные лазеры (Ablative Fractional Lasers; AFR)
Псевдо неаблятивные (Quasi Non Ablative) 1410 nm (Nd: YAG) 1440 nm (Nd: YAG) 1064 nm (Nd: YAG)	Псевдо аблятивные (Quasi Ablative) 2790 nm (Er: Glass, YSGG) 10600 nm (CO <sub>2</sub> ) 2940 nm (Er: YAG)
Истинно неаблятивные (True Non Ablative) 1550 nm Er: Glass	Истинно аблятивные (True ablative) 10600 nm (CO <sub>2</sub> )

значительно ограничивали широкое применение CO<sub>2</sub> лазера. В 2000-х годах проблема побочных эффектов после абляционной лазерной шлифовки была решена путем внедрения так называемых неаблятивных лазеров для омоложения кожи (за исключением CO<sub>2</sub> лазера), которые были основаны на теории контролируемого повреждения кожи для ремоделирования дермы под охлажденным и интактным эпидермисом. К сожалению, в клинической практике, несмотря на гистологическое подтвержденное уплотнение дермы, восстановление эпидермиса было минимальным, что снижало удовлетворенность пациентов [15, 19, 21]. Для решения этой проблем была разработана технология фракционирования лазерного луча в мириады микролучей, которая заняла промежуточное место между истинно аблятивными и неаблятивными лазерными технологиями [13].

С целью сокращения периода реабилитации, первыми фракционными лазерами были Er: Glass (1540 нм), который коагулировали дерму путем создания зон микронекроза (micronecrotic zones, MNZ) под относительно интактным эпидермисом. Однако удовлетворенность пациентов оказалось существенно ниже ожидаемой, т.к. эпидермальное омоложение было незначительным. Поэтому, следующим этап развития фракционных технологий стало внедрение фракционных CO<sub>2</sub> лазеров с абляцией эпидермиса [5, 14]. Фракционное аблятивное омоложение, в отличие от классической аблятивной шлифовки, вызывает микроаблятивные столбцы, включая эпидермис и дерму, окруженные неповрежденной кожей. Это существенно сокращает сроки реабилитации и обеспечивает реэпителизацию через 3–4 дня [14].

Среди преимуществ CO<sub>2</sub> лазера отметим сокращение времени эпителизации, достаточна аппликационная анестезия, минимальный риск теплового повреждения,

кровотечения, меньшее воспаление и минимальные нежелательные побочные эффекты (рубцы и дисхромии). Эти преимущества следует учитывать по сравнению с другими доступными хирургическими методами, такими как диатермокоагуляция и традиционная хирургия, при которых необходима анестезия, более длительный период восстановления, более медленная эпителизация и высокая частота гипертрофических и келоидных рубцов. Другими существенными недостатками хирургических методов являются ограниченное использование во многих анатомически сложных областях, таких как внутренний угол глаз, уши, крылья носа и половых органов. Лечение CO<sub>2</sub> лазером является методом выбора у пациентов с распространенными повреждениями и при наличии риска применения общей анестезии.

Таким образом, за последние 30 лет CO<sub>2</sub> лазер широко используется в дерматологии и является признанным «золотым стандартом» для вапоризации мягких тканей. Эволюция CO<sub>2</sub> лазера от системы с непрерывной доставкой излучения до новых «superpulsed» и сканер-систем CO<sub>2</sub>, а также фракционных технологий прогрессивно изменили нашу практику и удовлетворенность пациентов. Наш опыт показал, что при CO<sub>2</sub> лазере значительно сокращается время заживления, достаточна аппликационная анестезия, минимальный риск теплового повреждения, кровотечения, воспаления, возможно интраоперационное гистологическое и/или цитологическое исследования, а также обеспечивается доступ к анатомически труднодоступным областям. Все изложенное позволяет сделать вывод, что CO<sub>2</sub> лазер является альтернативной патогенетически обоснованной терапевтической технологией, с возможностью комбинации различных методов лазерного воздействия, что обеспечивает значимый эстетический результат и существенно улучшает качество жизни пациентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берлиен Х. П. Прикладная лазерная медицина: учебное и справочное пособие / под ред. Х. П. Берлиена, Г. Й. Мюллера, пер. с нем. под ред. Н. И. Коротева, О. С. Медведева. — Москва: Интерэксперт, 1997. 345 с.
2. Картелишев А. В. Лазерная терапия и профилактика: учебное пособие / А. В. Картелишев, А. Г. Румянцев, А. В. Гейниц, А. Р. Евстигнеев. — Москва: Изд-во Практическая медицина, 2012. 400 с.

3. Панова О. С., Губанова Е. И., Дьяченко Ю. Ю., Родина М. Ю., Колиева М. Х., Румянцева Е. Е. Влияние фракционного фототермолиза на биофизические параметры кожи. Проспективное клинико-инструментальное исследование // Вестник дерматологии и венерологии. 2010. № 1. С. 85–93.
4. Пономаренко Г. Н., Спокойный Л. Б., Ключарева С. В. Высокоинтенсивные лазерные технологии в дерматокосметологии. Изд. С.-Петербург. Спб 21 век. 2012. 208 с.
5. Alexiades-Armenakas M.R., Dover J.S, Arndt K. A. Fractional laser skin resurfacing. // J Drugs Dermatol. 2012. Nov. 11(11). P. 1274–87.
6. Anderson R. R., Parrish J. A. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation // Science. 1983. Apr 29. 220(4596). P. 524–7.
7. Borges J., Manela-Azulay M., Tullia Cuzzi T. Photoaging and the clinical utility of fractional laser // Clin Cosmet Investig Dermatol. 2016. 9. P. 107–114.
8. Campolmi P., Bonan P., Cannarozzo G., Bassi A., Brusino N., Arunachalam M., Troiano M., Lotti T., Moretti S. Highlights of thirty-year experience of CO<sub>2</sub> laser use at the Florence (Italy) department of dermatology. // Scientific World Journal. 2012. 2012: 546528 Published online 2012 Apr 19.
9. Chwalek J, Goldberg DJ. Ablative skin resurfacing // Curr Probl Dermatol. 2011. 42. P. 40–47.
10. Duplechain J. K. Severe neck scarring: A consequence of fractional CO<sub>2</sub> laser resurfacing // J Cosmet Laser Ther. 2016. Oct;18(6). P. 352–354.
11. Fitzpatrick R. E. Maximizing benefits and minimizing risk with CO<sub>2</sub> laser resurfacing // Dermatologic Clinics. 2002. 20(1). P. 77–86.
12. Fitzpatrick R. E., Goldman M. P., Ruiz-Esparza J. Clinical advantage of the CO<sub>2</sub> laser superpulsed mode: treatment of verruca vulgaris, seborrheic keratoses, lentiginos, and actinic cheilitis // Journal of Dermatologic Surgery and Oncology. 1994. 20(7). P. 449–456.
13. Geronemus R. G. Fractional photothermolysis: current and future applications // Lasers Surg Med. 2006. Mar; 38(3). P. 169–76.
14. Gianfaldoni S., Tchernev G., Wollina U., Fioranelli M., Grazia Roccia M., Roberto Gianfaldoni R., Lotti T. An Overview of Laser in Dermatology: The Past, the Present and ... the Future (?) // Open Access Maced J Med Sci. 2017. Jul 25; 5(4). P. 526–530.
15. Goldberg D. J. Nonablative dermal remodeling: does it really work? // Arch Dermatol. 2002. Oct; 138(10). P. 1366–1368.
16. Goldman M. P. CO<sub>2</sub> laser resurfacing of the face and neck // Facial Plast Surg Clin North Am. 2001. May; 9(2). P. 283–290.
17. Han G. Applications of lasers in medical dermatology // Cutis. 2014. Nov; 94(5). P. 20–23.
18. Kaplan I. The CO<sub>2</sub> surgical laser // Photomed Laser Surg. 2010. 28. P. 847–848.
19. Kauvar A. N. Fractional nonablative laser resurfacing: is there a skin tightening effect? // Dermatol Surg. 2014. Dec; 40 Suppl 12. P. 157–163.
20. Magnani L. R., Schweiger E. S. Fractional CO<sub>2</sub> lasers for the treatment of atrophic acne scars: a review of the literature // J Cosmet Laser Ther. 2014. Apr; 16(2). P. 48–56.
21. Miller L., Mishra V., Alsaad S., Winstanley D., Blalock T., Tingey C., Qiu J., Romine S., Ross E. V. Clinical evaluation of a non-ablative 1940 nm fractional laser // J Drugs Dermatol. 2014. Nov; 13(11). P. 1324–1329.
22. Pozner J. N., DiBernardo B. E. Laser Resurfacing: Full Field and Fractional // Clin Plast Surg. 2016. Jul; 43(3). P. 515–525.
23. Ramsdell W. M. Fractional carbon dioxide laser resurfacing // Semin Plast Surg. 2012. 26(3). P. 125–130.
24. Tanzi E. L., Lupton J. R., Alster T. S. Lasers in dermatology: four decades of progress // Journal of the American Academy of Dermatology. 2003. 49(1). P. 1–31.

© Карпова Елена Ивановна, Демина Ольга Михайловна ( demina.om@mail.ru ), Гузь Елена Витальевна, Данишук Ольга Игоревна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова

# ХАРАКТЕР ТЕЧЕНИЯ СТЕНОКАРДИИ НАПРЯЖЕНИЯ III–IV ФК ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ПЛАЗМАФЕРЕЗА В СОСТАВ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕРАПИИ

## CHARACTERISTICS OF DISEASE COURSE OF CARDIAC ANGINA (CLASS III–IV BY CCS) WITH INCLUSION OF PLASMAPHERESIS INTO TRADITIONAL TREATMENT

*Ju. Mal'chevskij  
A. Ragimov  
E. Kasparov*

*Summary.* Background. Diseases of the circulatory system keeps meaning of the problem with high social importance and requires for new ways of treatment. The usage of plasmapheresis is promising additional method of treatment of angina. Aim. Anlysis of the effect of usage plasmapheresis in the composition with traditional therapy on the course of angina (class III–IV by CCS). Materials and methods. In study participated 130 patients, received conventional therapy of IHD, divided into control group (32 patients) and the observaed group (98 patients, additionally treated with plasmapheresis on «Haemonetic»). Results and discussion. A positive effect of plasmapheresis in combination with drug therapy was manifested in a significant reduction of the duration and intensity of anginal pain, reduce of the count of tablets of nitroglycerin; increase patients physical activity. Difference of the efficiency of the investigated types of therapy were most significant soon after the end of a course of a plasmapheresis.

*Keywords:* cardiovascular system, diseases of the circulatory system, ischemic heart disease, heart failure, plasmapheresis, traditional antianginal therapy, quality of life.

**Мальчевский Юрий Евгеньевич**

*К.м.н., с.н.с., НИИ медицинских проблем Севера ФИЦ  
КНЦ СО РАН*

*malchevskiyy@mail.ru*

**Рагимов Алигейдар Алекперович**

*Д.м.н., профессор, ФППОВ*

**Каспаров Эдуард Вильямович**

*Д.м.н., профессор, директор, НИИ медицинских  
проблем Севера ФИЦ КНЦ СО РАН*

*Аннотация.* Актуальность: болезни системы кровообращения — проблема, сохраняющая высокую социальную значимость и требующая поиска новых путей лечения. Применение плазмафереза рассматривается как перспективный дополнительный метод лечения стенокардии напряжения. Цель исследования: изучение влияния плазмафереза в составе традиционной медикаментозной терапии на клиническое течение стенокардии напряжения III–IV ФК. Материалы и методы: в исследовании участвовали 130 пациентов, получавших традиционную терапию ИБС, разделенных на группу контроля (32 человека) и группу исследования (98 человек, дополнительно получавших плазмаферез на аппарате Haemonetic). Результаты и их обсуждение: положительное действие плазмафереза в сочетании с медикаментозной терапией проявляется в достоверном уменьшении продолжительности и выраженности ангинозных болей, уменьшении количества таблеток нитроглицерина, используемых для купирования приступов; повышении физической активности пациентов. Разница в эффективности исследуемых методов терапии наиболее выражена в ближайшее время, после окончания очередного курса плазмафереза.

*Ключевые слова:* сердечно-сосудистая система, заболевания системы кровообращения, ишемическая болезнь сердца, сердечная недостаточность, плазмаферез, традиционная антиангинальная терапия, качество жизни.

### Актуальность темы

**Б**лезни системы кровообращения являются ведущей причиной смерти или формирования инвалидности у европейских и американских пациентов [1]. По данным мировой статистики, от заболеваний сердечно-сосудистой системы каждый год умирает около 16,7 млн. человек. В России уровень смертности по данным причинам также остается высоким, при этом существенно обгоняя аналогичный показатель в странах Европы [2,3,4].

Влияние данной проблемы на общество сложно переоценить: экономика несет значительные потери

в результате преждевременной смерти, инвалидизации и продолжительной вынужденной нетрудоспособности у работающего населения в результате болезней кровообращения и в первую очередь, от ишемической болезни сердца (ИБС). Поиск и внедрение эффективных методов лечения ССЗ сохраняет одно из наиболее приоритетных значений в научно-медицинских исследованиях [1,5,6,7,8].

### Цель исследования

Изучение влияния плазмафереза в составе традиционной медикаментозной терапии на клиническое течение стенокардии напряжения III–IV ФК

Таблица 1. Различия клинических и лабораторных показателей у больных стабильной стенокардией напряжения III–IV функционального класса при традиционном лечении и включении ПА программу лечения (M±Sx)

Параметры	Традиционное лечение N = 32			Лечение с применением ПА N = 98					
	Через 7 дней	Через 1	Через 6 мес.	Через 7 дней	Δs	1 мес	Δs	Через 6 мес.	Δs
ХС ммоль/л	6,29± 1,64	6,15± 1,70	6,21± 1,81	6,18± 1,68	-1,7	5,49± 1,39 #	-10,7	5,52± 1,39 #	-11,1
ТГ ммоль/л	1,80± 0,34	1,77± 0,34	1,82± 0,40	1,68± 0,40	-6,7	1,70± 0,30	-4,0	1,71± 1,39	-6,0
ЧСС уд/мин	70,2± 6,8	69,3± 6,8	70,2± 7,4	71,1± 9,9	1,3	69,5± 9,9	0,3	71,4± 10,9	1,7
САД мм.рт.ст	135,2± 20,4	133,2± 19,8	139,1± 21,5	132,2± 22,8	-2,2	133,2± 21,8	0,0	133,0± 21,8	-4,4
ДАД мм.рт.ст	85,1± 10,7	86,3± 10,2	93,8± 11,3	83,2± 13,9	-2,2	84,3± 11,9	-2,3	86,3± 12,9 ##	-8,0
ДП	89,2± 7,9	85,6± 7,9	97,3± 8,5	88,4± 10,9	-0,9	83,3± 9,9	-2,7	94,9± 9,9	-2,5
КАБ в сут	2,72± 0,34	3,61± 0,51	3,78± 0,62	1,49± 0,30 ###	-45,2	2,06± 0,40 ###	-42,9	2,88± 0,49 ###	-23,8
ПБ мин	5,72± 0,74	4,78± 0,68	5,83± 0,96	2,32± 0,59 ###	-59,4	3,18± 0,79 ###	-33,5	3,06± 0,79 ###	-47,5
КТН в сутки	1,67± 0,34	1,79± 0,40	2,82± 0,45	0,49± 0,20 ###	-70,7	1,06± 0,40 ###	-40,8	1,92± 0,49 ###	-31,9
ТФН метр	154,4± 27,7	158,2± 28,3	128,5± 25,5	170,5± 38,6 #	10,4	168,4± 37,6	6,4	159,5± 39,6 ###	24,1
6 МТХ метр	222,1± 57,1	231,6± 62,8	207,7± 65,1	274,1± 123,7 #	23,4	270,6± 129,7	16,8	244,7± 133,6	17,8
ФК СН	2,90± 0,57	2,81± 0,51	2,99± 0,62	2,51± 0,49 ###	-13,4	2,50± 0,40 ###	-11,0	2,67± 0,49 ##	-10,7

Прим.: статистически значимая разница с показателями группы сравнения:

# —  $p < 0,05$ ; ## —  $p < 0,01$ ; ### —  $p < 0,001$

## Материалы и методы исследования

Изучение эффективности плазмафереза (ПА) проводилось на примере 130 больных стенокардией напряжения III–IV ФК, из которых 32 пациента составляли группу контроля. Половой и возрастной состав обеих выборок статистически однородный. Возраст пациентов в обеих группах колебался от 45 лет до 75 лет.

В контрольной группе лечение проводилось медикаментозно без включения ПА, использовались препараты нитрогруппы, бета-блокаторы, антиагреганты, ингибиторы АПФ и др. Длительность заболевания у пациентов группы составляла от 2 до 22 лет.

Группу исследования составляли 98 человек (65 мужчин, 33 женщины), наряду с традиционным лечением у них применялись методы эфферентной терапии (ПА). Продолжительность заболевания в данной группе составляла от 3 до 24 лет.

Диагноз ИБС устанавливался на основании анамнеза, характерных жалоб пациента (болевой синдром, его продолжительность, характеристики, возможности ку-

пирования) и данных ЭКГ. Функциональный класс стенокардии напряжения устанавливался согласно Канадской классификации стенокардии.

Плазмаферез проводился при помощи аппарата Haemonetic (США). За сеанс удаляли от 25% до 50% и выше объема циркулирующей плазмы (ОЦП).

Расчет конкретного объема удаляемой плазмы производился на основании антропометрических показателей. С этой целью по методике Moore определялся объем циркулирующей крови (ОЦК) — на основании данных о массе тела, конституциональном типе и средних величинах количества крови на килограмм массы тела [9] с использованием формулы:  $ОЦК = M \times C_k$ , где «М» — масса тела (в кг); «Ск» — среднее количество крови (в мл) на килограмм массы тела в зависимости от пола и типа телосложения (у женщин от 55 до 70 мл/кг, у мужчин от 60 до 75 мл/кг). Затем по расчетному ОЦК определяли ОЦП по формуле:  $ОЦП = ОЦК \times (100\% - G_m)$ .

Удаляемый объем плазмы возмещался кристаллоидными растворами (физиологическим раствором хлори-



да натрия, раствором Рингера) и/или коллоидными растворами (реополиглюкин, 20% альбумин, и др.).

Перед проведением процедуры оценивалось состояние больного, проводились лабораторные исследования (общий анализ крови, коагулограмма, основные биохимические показатели) и инструментальные исследования (ЭКГ, ЭхоКГ).

При обработке результатов использовались программы для электронной таблицы Microsoft Excel 2000 для Windows, статистическая обработка данных в также пакете программ Statistica.

### Результаты собственных наблюдений

При сравнении разных методов лечения стенокардии напряжения выявлены различия в результативности исследуемых методов (см. таблицу 1).

Оценивались основные клинические параметры, отражающие характер течения стенокардии — количество ангиальных болей (КАБ), продолжительность болей (ПБ), количество таблеток нитроглицерина (КТН), принимаемых пациентами и переносимость физических нагрузок.

Эффективность включения ПА в программу лечения стенокардии напряжения заметна уже через неделю после начала комбинированной терапии — исследуемые показатели соответствовали более благоприятному течению заболевания в группе пациентов, получавших ПА. КАБ, ПБ и КТН в данной группе составляли  $1,49 \pm 0,30$  в сут,  $2,32 \pm 0,59$  мин. и  $0,49 \pm 0,20$ , что ниже аналогичных показателей в группе больных с традиционным лечением. Параметры, отражающие переносимость физических нагрузок — тест толерантности к физической нагрузке (ТФН) и тест шестиминутной ходьбы (6 МТХ) составляли  $170,5 \pm 38,6$  м и  $274,1 \pm 123,7$  метров и были выше аналогичных показателей в группе пациентов с традиционным лечением соответственно на 10,4% и 23,4%. Достоверная разница была отмечена и для функционального класса стенокардии (ФК СН) —  $2,51 \pm 0,49$  ( $p \leq 0,001$ ), которая оказалась ниже показателя при лечении традиционным методом на 13,4%. Показатели артериального давления — САД, ДАД и ДД, в группе исследования имели тенденцию к понижению.

Через месяц после начала комбинированного лечения также наблюдалась достоверная разница для основных клинических параметров с аналогичными показателями у больных, получавших традиционную терапию: КАБ —  $2,06 \pm 0,40$  в сут. ( $p \leq 0,001$ ), ПБ —  $3,185 \pm 0,79$  мин ( $p \leq 0,001$ ), КТН —  $1,06 \pm 0,40$ , ( $p \leq 0,001$ ) и ФК СН —  $2,50 \pm 0,40$  ( $p \leq 0,001$ ).

Несмотря на достоверность различий клинических параметров сравниваемых групп через месяц после начала лечения, разница оказалась существенно меньше, между группами через неделю после начала лечения. КАБ, ПБ и КТН через месяц после начала терапии в группе пациентов, получавших ПА, были меньше соответствующих показателей в контрольной группе за данный период на 42,9%, 33,5% и 40,8% соответственно, в то время как после недельного лечения разница между группами исследования и контроля составляла 45,2%, 59,4% и 70,7%, при  $p \leq 0,001$  (см. рис. 1).

Рисунок 1.— Различие основных клинических параметров при использовании различных методов лечения

Через месяц после лечения концентрация холестерина была достоверно ниже в группе пациентов, при лечении которых использовали ПА:  $5,49 \pm 1,39$  ммоль/л, ( $p \leq 0,05$ ).

Анализ клинических параметров стенокардии напряжения через 6 месяцев показал картину аналогичную предыдущим периодам исследования (см. таблицу 1). Клинические показатели оставались ниже соответствующих показателей в группе больных СН получавших традиционное лечение: КАБ  $2,88 \pm 0,49$  сут ( $p \leq 0,001$ ), ПБ  $3,06 \pm 0,79$  мин и КТН  $1,92 \pm 0,49$  в сутки ( $p \leq 0,001$ ). Достоверно низким относительно сравниваемой группы оставался ТФН  $159,5 \pm 39,6$  м. ( $p \leq 0,001$ ) и ФК СН  $2,67 \pm 0,49$ , ( $p \leq 0,01$ ), соответственно.

Исследуемые показатели — КАБ, ПБ, КТН и ФК СН были ниже аналогичных параметров в сравниваемой группе соответственно на 23,8%, 47,5%, 31,9% и 10,7%. ТФН превышала соответствующий показатель в группе больных леченных без применения ПА на 24,1%.

Разница в показателях — КАБ и КТН к 6 месяцу исследования еще больше уменьшилась по сравнению с аналогичными показателями через неделю и через месяц после начала лечения (см. рис. 1).

### Обсуждение

Сравнительный анализ эффективности двух методов терапии стенокардии напряжения III–IV ФК — традиционного и комбинированного, показал, что и в ближайшие (в течение недели), и в отдаленные (через 6 месяцев) сроки после начала терапии результаты, соответствующие более благоприятному течению заболевания, получены в группе пациентов, в терапии которых применяли плазмаферез. Положительное действие ПА в сочетании с медикаментозной терапией проявилось в изменении клинической картины болезни — достоверном уменьшении продолжительности и выраженности ангиноз-

ных болей, уменьшении количества таблеток нитроглицерина, используемых для купирования приступов; повышении физической активности пациентов. Данные изменения позволяют понизить функциональный класс стенокардии, что для пациентов выражается в повышении качества жизни за счет расширения их возможностей.

Следует также отметить, что разница в эффективности исследуемых методов терапии наиболее выражена в ближайшее время, после окончания очередного курса ПА (через неделю) и сокращается, с течением времени уменьшаясь через месяц и 6 месяцев после окончания ПА, хотя данных о полном нивелировании результатов ПА получено не было.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Артемова Л. А. Организация медицинской помощи в США // Главврач. — 2005. — № 6. — С. 97–101.
2. Немцов А. В., Терехин А. Т. Сердечно-сосудистая смертность и потребление алкоголя в России // Здоровоохранение РФ. — 2008. — № 3. — С. 25–30.
3. Жеглова А. В., Богатырёва И. А. Гемодинамические показатели у рабочих промышленных предприятий // Региональные гигиенические проблемы сохранения здоровья населения: Научные труды ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана. — Вып. 19. — Липецк, 2007. — С. 193–195.
4. Шумилин В. В. Структура госпитализированной заболеваемости ишемической болезнью сердца // Проблемы городского здравоохранения. Вып. 7. — СПб., 2002. — С. 200–203.
5. Оганов Р. Г., Фомина И. Г. (ред). Болезни сердца. — М.: Литтерра, 2006. — 1328 с.
6. Багненко С. Ф., Михайлов Л. А., Федотов В. А. Модель общественного здравоохранения в России: проблемы и перспективы // Скорая медицинская помощь. — 2006. — № 2. — С. 3–7.
7. Артюхов И. П., Харьков Е. И., Бичурина Ю. А. Социально-гигиенические аспекты здоровья и лечебно-профилактической помощи больным острым коронарным синдромом // Сиб. мед. обозрение. — 2005. — № 1 (38). — С. 44–48.
8. Харьков Е. И., Бичурина Ю. А. Ишемическая болезнь сердца как медико-социальная проблема современного общества // Актуальные проблемы современной клиники: сб. науч.-исслед. тр. — Красноярск, 2005. — С. 177–184.
9. Справочник по анестезиологии и реаниматологии / Под ред. А.А. Бунятяна. М: Медицина, 1982

© Мальчевский Юрий Евгеньевич (malchevskiy@mail.ru), Рагимов Алигейдар Алекперович, Каспаров Эдуард Вильямович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АКНЕ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

## DYNAMIC FEATURES OF THE INCIDENCE OF ACNE IN THE URBAN POPULATION OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

**G. Mamasheva**  
**M. Ataev**  
**A. Mugutdinova**  
**A. Magomedova**

*Summary.* For a comparative assessment of the incidence of acne in the coastal and non-marine towns of Dagestan, an analysis was made of data on 64,451 cases of acne diagnosed for the first time in life in 2004–2012. The indicators are described as the median (Me), 25% (P25), and 75% of the percentile (P75) incidence per 100,000 of the population. According to the results of the study, in non-marine towns located at a distance of at least 30 km from the coast of the Caspian Sea, the incidence of acne (Me 421.5, P25408.1, P75679.8 per 100,000 population) exceeded, then indicator for coastal towns (Me 171.7, P25152.5 and P75199.2 per 100,000 population) RD with a sharp increase in 2010–2012. According to the incidence of acne, the non-marine town Khasavyurt (Me 754.8, P25719.1, P75307.8 per 100,000 population) is the most disadvantaged, the incidence of which is 5.2 times higher than the average for all towns (Me 242.5; P25230.8, P75314.4 per 100,000 population). Trends in the incidence of acne in all towns showed an increase in rates from 2004 to 2012.

*Keywords:* acne, incidence, town, sea.

**Мамашева Гёзель Данияловна**

К.м.н., ассистент, Дагестанский государственный  
 медицинский университет (Махачкала)  
 g-mamasheva@mail.ru

**Атаев Магомедрасул Гаджиевич**

К.м.н., доцент, Дагестанский государственный  
 медицинский университет (Махачкала)  
 amrg56@mail.ru

**Мугутдинова Амина Сагадуллаевна**

К.м.н., ассистент, Дагестанский государственный  
 медицинский университет (Махачкала)

**Магомедова Аминат Магомедовна**

К.м.н., доцент, Дагестанский государственный  
 медицинский университет (Махачкала)

*Аннотация.* Для сравнительной оценки заболеваемости акне населения приморских и неприморских городов Дагестана проводился анализ данных о 64451 случае акне, диагностированного впервые в жизни в 2004–2012 годы. Для сравнения вычисляли медиану (Me), 25%-й (P25) и 75%-й перцентили (P75) заболеваемости на 100000 населения. По результатам исследования в неприморских городах, расположенных на расстоянии не менее 30 км от побережья Каспийского моря, заболеваемость акне (Me 421,5; P25408,1, P75679,8 на 100000 населения) превышала таковой показатель по приморским городам (Me 171,7; P25152,5 и P75199,2 на 100000 населения) РД с резким повышением в 2010–2012 годы. По заболеваемости акне наиболее неблагоприятен неприморский г. Хасавюрт (Me 754,8; P25719,1, P75307,8 на 100000 населения), заболеваемость по которому в 5,2 раза превышает среднемноголетний показатель по всем городам (Me 242,5; P25230,8, P75314,4 на 100000 населения). Тенденции заболеваемости акне по всем городам показывали рост показателей с 2004 по 2012 г.

*Ключевые слова:* акне, заболеваемость, город, море.

## Введение

**А**кне остается одной из актуальных проблем в работе клиницистов не только из-за широкой распространенности, но и в основном из-за хронического рецидивирующего течения, многофакторной этиологии, возможности развития серьезных осложнений, приводящих к психологическим нарушениям, недостаточной эффективности существующих методов лечения [1, 2].

Группа экологозависимых болезней включает в себя большинство наиболее распространенных заболеваний, и в том числе акне. В условиях загрязнения окружающей среды эти заболевания появляются в более раннем возрасте, их распространенность увеличивается, они чаще

приобретают хроническую форму, и они трудно поддаются лечению [3, 5, 6, 13].

В метаанализе 25 исследований высчитан общий коэффициент распространенности акне среди населения Китая, который составил 39,2% (95% ДИ от 31,0 до 47,9%). Показатели распространенности по регионам для Северного Китая составил 34,2% (95% ДИ от 0,42 до 0,458) и для Южного Китая — 46,3% (95% ДИ от 0,374 до 0,555) [17].

Изучая распространенность акне среди городского населения, исследователи обнаружили различную частоту встречаемости заболевания в городах мира. Так при анкетировании 1445 учащихся старших классов г. Тбилиси обнаружило, что 18,5% опрошенных прини-

Таблица 1. Распределение впервые в жизни выявленных случаев акне по годам и городам Дагестана

Города	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Всего
Дагестанские Огни	132	75	49	37	60	47	77	96	116	689
Дербент	54	65	92	96	229	196	212	347	325	1616
Избербаш	71	179	43	69	65	123	102	78	113	843
Каспийск	138	198	130	118	179	199	200	118	145	1425
Махачкала	808	1029	1292	916	874	387	2424	2593	635	10958
Приморские города	667	1546	1606	1236	1407	934	3015	3232	1334	14977
Кизилюрт	60	123	127	56	58	80	108	153	164	929
Кизляр	42	38	130	155	192	141	139	114	116	1067
Буйнакск	65	46	56	70	83	55	76	64	72	587
Хасавюрт	448	895	899	1034	866	969	1710	1679	1761	10261
Южно-Сухокумск	22	9	24	2	10	13	8	19	88	195
Неприморские города	337	1111	1236	1317	1209	1258	2041	2029	2201	12739
Все города	1004	2657	2842	2553	2616	2210	5056	5261	3535	27716

мали лекарственные средства от акне [7]. При теледерматологических консультациях было установлено, что наиболее серьезную проблему для населения Пакистана представляет *Acne vulgaris*, которое встречается у 42,1% городских жителей в возрасте от 15 до 40 лет [19].

Результаты анализа 510 пациентов в городе Эрбиль (Ирак) в возрасте от 11 до 36 лет с соотношением мужчин и женщин 0,4:1 показали, что существует значительная связь между возрастом и качеством жизни ( $P < 0,001$ ), при этом качество жизни было больше нарушено (47,2%) среди женщин, чем среди мужчин (37,6%;  $P = 0,04$ ) [16]. Также в сербских городах распространенность акне среди подростков значительно различается и сопровождается с ухудшением качества жизни, так в Ужице их доля составляет 73,6%, а в Белграде — 39,5% [20].

В г. Пелотасе (Южная Бразилия) была изучена распространенность угрей среди 2200 мужчин в возрасте 18 лет. При многофакторном анализе тип поражений различался у светлокожих и темных подростков, более распространены воспалительные поражения при светлом фототипе кожи, и невоспалительные элементы при темном фототипе кожи. Более низкая жировая масса ассоциировалась с возникновением невоспалительных угрей. В то время как ежедневное потребление цельного молока или йогурта было связано с воспалительными акне [18].

В исследовании 400 студентов-мужчин в г. Арар (Королевство Саудовская Аравия) показано, что общая распространенность *acne vulgaris* составляет 53,5%. Средний возраст начала составил  $15,0 \pm 1,2$  года. Наследственная предрасположенность была обнаружена

в 46,7% случаев. Кожа была жирной в 61,7% случаев. Студенты отметили несколько факторов, влияющих на появление прыщей: 59,8% случая сообщили об увеличении акне при нечистой коже, 35,5% — при потреблении жирных блюд, 24,2% связывали с употреблением шоколада, 23,3% — с потреблением острой пищи, 12,1% — с избыточным потреблением кола, 31,8% — с тяжелым курением, а 60,7% сообщили об увеличении угрей в летние месяцы [14].

Многоцентровое (в 12 итальянских городах) исследование случай-контроль 248 женщин старше 25 лет с акне и 270 женщин без него показало, что риск заболеть акне возрастает при наличии прыщей у родителей (отношение шансов [OR] = 3,02) или у братьев и сестер (OR = 2,40), в анамнезе акне в подростковом возрасте (OR = 5,44), без предшествующих беременностей (OR = 1,71), имеющих гирсутизм (OR = 3,50), при работе служащим по сравнению с безработной или домохозяйкой (OR = 2,24), при высоком уровне психологического стресса (OR = 2,95), а также низком потреблении фруктов или овощей (OR = 2,33) и низком уровне потребления свежей рыбы (OR = 2,76) [15].

Несмотря на высокую распространенность акне в мире, не проводился сравнительный анализ заболеваемости населения городов, расположенных на близком и далеком расстоянии от побережья моря.

### Цель работы

Сравнительная оценка заболеваемости акне населения приморских и неприморских городов Дагестана для выявления неблагополучных городов по акне.

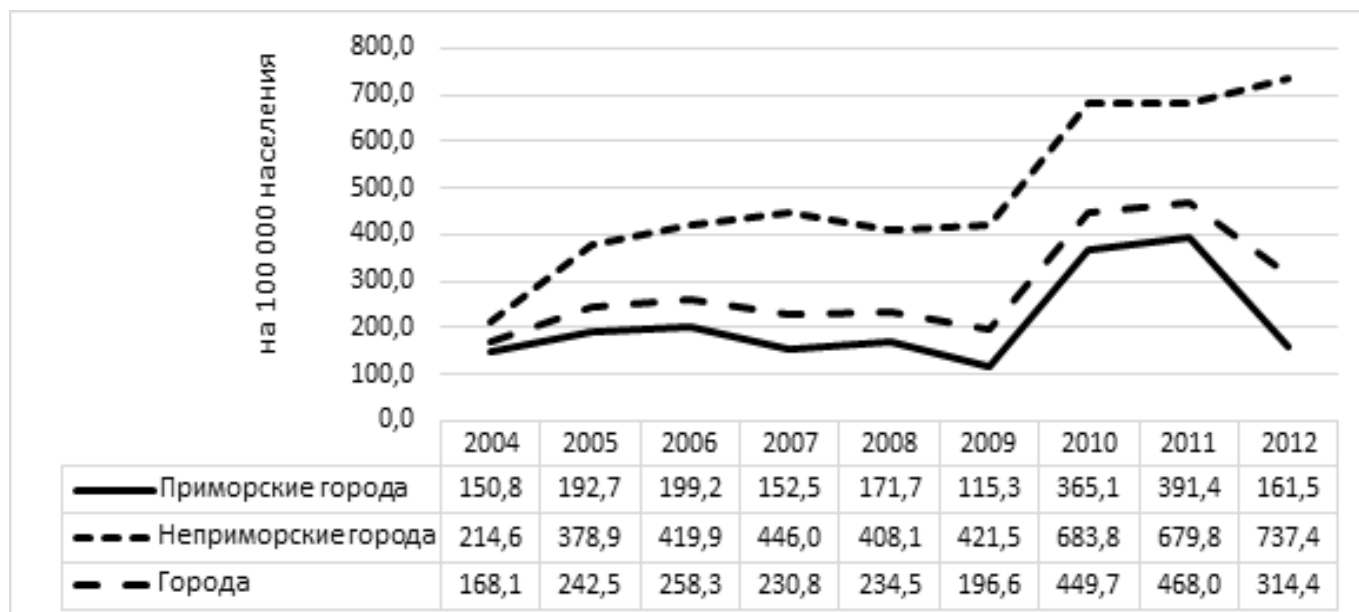


Рис. 1. Динамика интенсивного показателя заболеваемости акне населения городов Республики Дагестан за 2004–2012 годы (на 100 000 населения)

## Материал и методы

В работе проводился анализ данных о 64451 случае акне, выявленного впервые в жизни в 2004–2012 годы у всего населения Республики Дагестан (РД). Информация о заболеваемости акне населения городов получена из Республиканского кожно-венерологического центра Минздрава РД.

В зависимости от расположения городов относительно расстояния от побережья Каспийского моря все города РД были распределены на приморские (Махачкала, Каспийск, Дербент, Дагестанские Огни и Избербаш) и неприморские (Кизляр, Кизилюрт, Хасавюрт, Южно-Сухокумск и Буйнакск), расположенные на расстоянии не менее 30 км от побережья. При этом 7 городов находятся в северной части РД и 3 города (Дербент, Дагестанские Огни, Избербаш) — на юге [11] с дополнениями Д.Г. Хачирова [12].

В таблице 1 приведена динамика абсолютного числа больных акне по городам за 9 лет. Из них 76,5% случаев акне диагностированы у населения городов Махачкалы и Хасавюрта. В городах РД отмечается значительный рост числа вновь выявленных случаев акне в 2010–2011 годы.

Для сравнительного анализа заболеваемости населения приморья с неприморским населением рассчитаны годовые, среднееголетние (за 2004–2012 гг.) интенсивные показатели заболеваемости (ИПЗ) акне на 100000 населения.

Неблагополучным по заболеваемости считался город с превышением среднееголетнего за 9 лет (М) ИПЗ на 1 стандартное отклонение ( $>M+SD$ ), т.е. более 348 случаев на 100000 всего населения. При этом крайне неблагоприятные города имели уровни ИПЗ ( $>M+2SD$ ) выше 424 случаев на 100000 населения, а в благополучных городах показатели были на уровне ниже  $M-SD$ , т.е. менее 196 случаев на 100000 всего населения.

Описание заболеваемости проводилось в виде медианы (Me) ИПЗ, 25%-го (P25) и 75%-го (P75) перцентилей, а динамические ряды показателя характеризовались в виде тренда и среднегодового темпа прироста/снижения (СТП) в% за 9 лет. Различия среднееголетних ИПЗ между городами оценивали по критерию Крускала-Уоллиса с критическим уровнем  $P=0,05$ . Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы STATISTICA 6.0.

## Результаты и их обсуждение

Динамика заболеваемости акне населения городов РД характеризуется наличием связи показателя с местом расположения города относительно моря. В неприморских городах, преимущественно расположенных на севере республики в равнинной зоне, медиана заболеваемости акне (421,5; P25408,1, P75679,8 на 100000 населения) за 9 лет наблюдения превышала таковой показатель приморских городов (171,7; P25152,5 и P75199,2 на 100000 населения) с резким повышением в 2010–2012 годы (рис. 1).

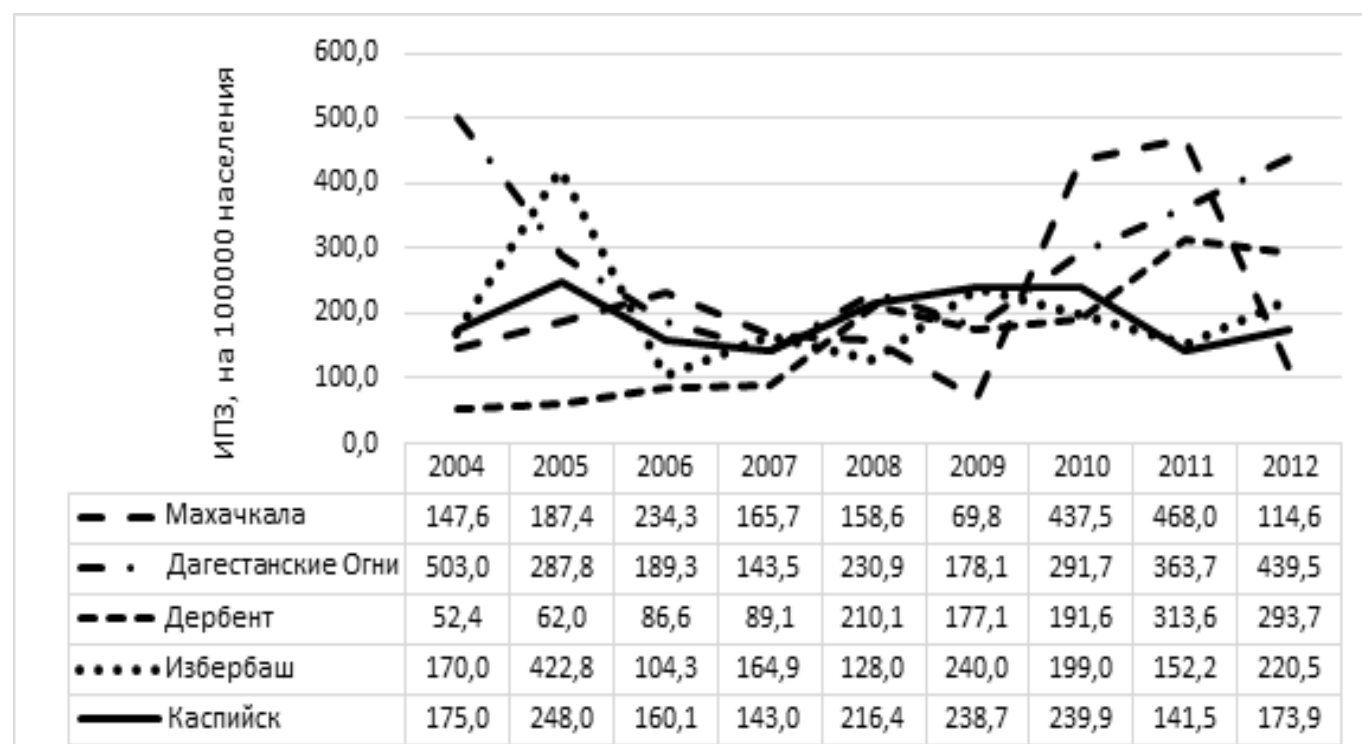


Рис. 2. Динамика интенсивного показателя (на 100000 населения) заболеваемости (ИПЗ) акне всего населения приморских городов Дагестана за 2004–2012 годы

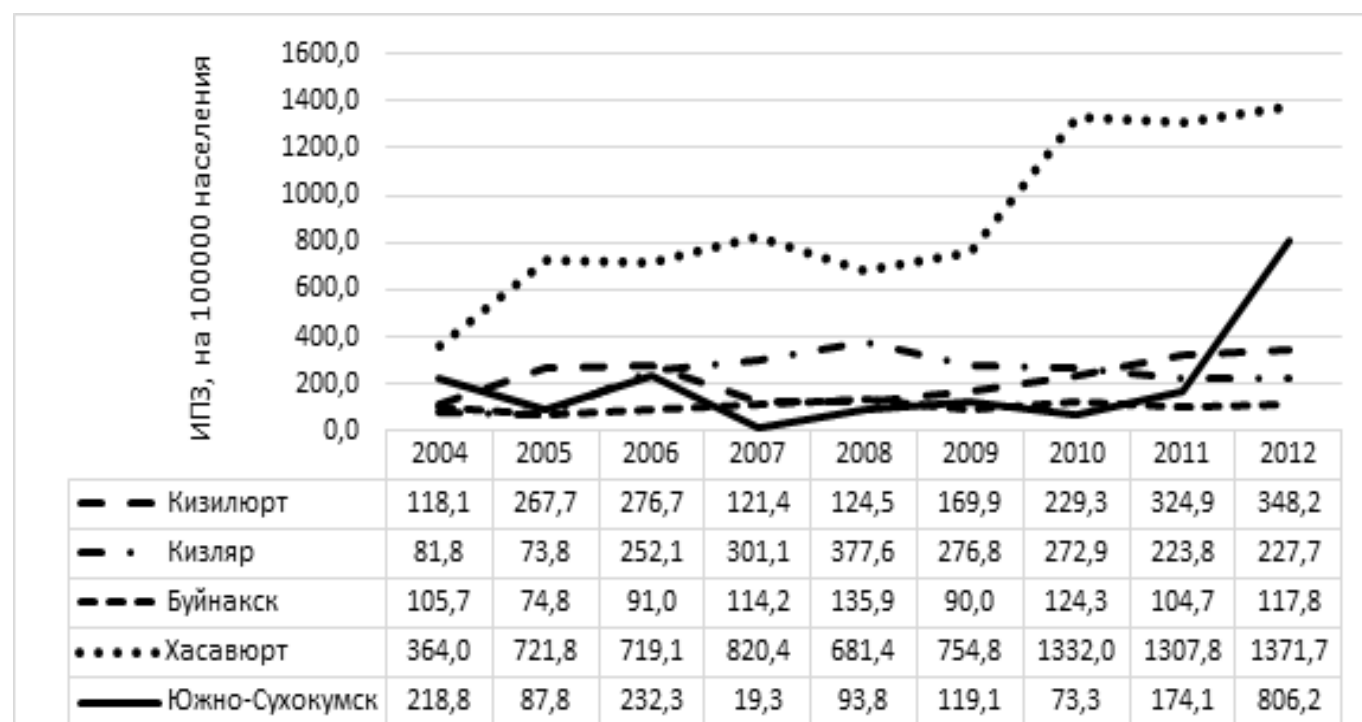


Рис. 3. Динамика интенсивного показателя (на 100000 населения) заболеваемости (ИПЗ) акне всего населения неприморских городов Дагестана за 2004–2012 годы

Таблица 2. Города Дагестана, ранжированные по тенденции интенсивных показателей заболеваемости акне населения всех возрастов за 2004–2012 годы

Города Дагестана	Ме	Перцентили		Тренд	СТП,%
		25%	75%		
Дербент	177,1	86,6	210,1	33,6	20,5
Южно-Сухокумск	119,1	87,8	218,8	39,8	19,6
Хасавюрт	754,8	719,1	1307,8	115,8	12,9
Кизилюрт	229,3	124,5	276,7	17,4	7,9
Махачкала	165,7	147,6	234,3	17,0	7,7
Кизляр	252,1	223,8	276,8	17,5	7,6
Буйнакск	105,7	91,0	117,8	3,0	2,8
Дагестанские Огни	287,8	189,3	363,7	3,6	1,2
Каспийск	175,0	160,1	238,7	-1,1	-0,6
Избербаш	170,0	152,2	220,5	-5,8	-2,9
Итого по городам	242,5	230,8	314,4	26,8	9,4

В приморских городах Махачкале, Дагестанских Огнях и Избербаше наблюдались две волны повышения ИПЗ акне в 2004–2005 и 2010–2012 годы (рис. 2).

Среди неприморских городов Хасавюрт характеризуется относительно высоким ИПЗ акне и заметным его ростом в 2010–2012 годы. Аналогичную тенденцию к росту ИПЗ акне проявлял и г. Южно-Сухокумск в 2012 году (рис. 3).

Таким образом, превалирование ИПЗ акне в неприморских городах над показателем приморских обусловлено за счет высокого показателя в г. Хасавюрте. Медиана ИПЗ акне по г. Хасавюрту (754,8 случая на 100000 населения) статистически достоверно выше, чем в других городах РД. Обращает на себя внимание также высокий темп прироста заболеваемости в гг. Дербенте, Южно-Сухокумске и Хасавюрте (табл. 2).

Благополучным по заболеваемости акне городом Дагестана можно считать Буйнакск (Ме=105,7 на 100000 населения), где ИПЗ в 7 раз ниже, чем в Хасавюрте (Ме=754,8;  $P < 0,001$ ). По остальным городам также ИПЗ достоверно ниже по сравнению с Хасавюртом. В гг. Каспийске и Избербаше наметилась тенденция к снижению ИПЗ акне, тогда как по остальным городам РД показатель характеризуется ростом.

## Обсуждение

Обеспеченность специалистами по дерматологии в РД значительно ниже, чем по всей России. Так в РД обеспеченность врачами-дерматовенерологами в 2010 году составляла 4,7 специалиста на 100000 населения [10], а по РФ в 2003 году — 7 на 100000 населения [4]. Если учитывать, что обеспеченность дерматологами

в городах РД примерно одинаковая, то 7-кратная разница в ИПЗ акне между городами говорит об отсутствии связи между обеспеченностью врачами и выявляемостью акне.

Самым благополучным городом по заболеваемости акне является Буйнакск, где ИПЗ населения находился на уровне 105,7 случая на 100000 населения.

Хасавюрт в настоящее время отличается рядом особенностей: огромным числом крупных рынков, занятостью большинства населения торговлей различными товарами, следовательно, люди контактируют друг с другом и способствуют распространению этиологических агентов акне среди населения.

Данное эпидемиологическое исследование показало, что г. Хасавюрт является неблагополучным по заболеваемости акне всех возрастных групп населения, что служит основанием для разработки адресных профилактических программ с целью снижения заболеваемости акне в этом городе.

## Выводы

Среднепоголетние ИПЗ акне населения городов РД характеризуются кратными колебаниями; наиболее неблагополучен г. Хасавюрт, ИПЗ по которому в 5,2 раза превышает среднепоголетний показатель по всем городам. Относительно благополучны гг. Махачкала, Южно-Сухокумск, Буйнакск, Избербаш, Каспийск, по которым ИПЗ меньше, чем по всем городам РД.

Заболеваемость акне по всем городам, за исключением гг. Каспийска и Избербаша, имела тенденцию к росту за 9 лет наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаскевич В. П. Акне вульгарные и розовые: Иллюстрированное руководство. Нижний Новгород: НГМА, 2003.
2. Альменова Л., Акышбаева К. С., Нурушева С. М. Видовая структура микроорганизмов, выделенных у больных акне. Вестник КазНМУ. 2016. № 1. С. 91–94.
3. Варакин А. Н. Статистические модели регрессионного типа в экологии и медицине. Екатеринбург: Гошицкий, 2006. — 256 с.
4. Деятельность и ресурсы учреждений здравоохранения в 2003 году. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 64 с.
5. Ибраева Л. К., Сексенова Л. Ш., Ибраева А. Д., Музафарова А. Ш., Алтынбеков М. Б. Установление причинно-следственной связи формирования эколого-зависимых заболеваний у взрослого населения Приаралья при действии эколого-гигиенических факторов. Гигиена труда и медицинская экология. 2017. № 2. С. 69–95.
6. Константинов А. П. Особенности экологического неблагополучия в современных условиях и их влияние на здоровье населения России // Фундаментальные исследования. — 2004. — № 3. — С. 106–108.
7. Пагава Е. К., Мишо П.-А., Жанин А., Пагава К. И. Здоровье подростков в большом городе. Российский семейный врач. 2006.
8. Потекаев Н. Н., Горячкина М. В., Белоусова Т. А. Акне современный взгляд на проблему. М.: ММА им. И. М. Сеченова, 2010.
9. Сизова Т. М. Статистика: учебное пособие. — СПб.: СПб НИУ ИТМО, 2013. — 176 с.
10. Состояние здоровья населения Республики Дагестан в 2010 году. Махачкала: Минздрав Дагестана, 2011. 314 с.
11. Физическая география Дагестана: уч. пос./ Б. А. Акаев, З. В. Атаев, Б. С. Гаджиев и др. Махачкала, ДГПУ: «Школа», 1996. С. 20, 245–246. 382 с.
12. Хачиров Д. Г., Казиева Х. Э., Шамов И. А., Унтилов Г. В. Экологическое зонирование территории Дагестана и эпидемиология острых лейкозов в старших возрастных группах. // Клиническая медицина. № 2, 1998, С. 43–46.
13. Щербо А. П., Киселев А. В., Масюк В. С., Шабалша И. М. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Карелии и риска для здоровья детского и подросткового // Гигиена и санитария. — 2008. — № 5. — С. 7–11.
14. Abo El-Fetoh NM, Alenezi NG, Alshamari NG, Alenezi OG. Epidemiology of acne vulgaris in adolescent male students in Arar, Kingdom of Saudi Arabia. J Egypt Public Health Assoc. 2016 Sep;91(3):144–149.
15. Di Landro A, Cazzaniga S, Cusano F, Bonci A, Carla C, Musumeci ML, Patrizi A, Bettoli V, Pezzarossa E, Caproni M, Fortina AB, Campione E, Ingordo V, Naldi L; Group for Epidemiologic Research in Dermatology Acne Study Group. Adult female acne and associated risk factors: Results of a multicenter case-control study in Italy. J Am Acad Dermatol. 2016 Dec;75(6):1134–1141.
16. Ismail KH, Mohammed-Ali KB. Quality of life in patients with acne in Erbil city. Health Qual Life Outcomes. 2012 Jun 6;10:60. doi: 10.1186/1477-7525-10-60.
17. Li D, Chen Q, Liu Y, Liu T, Tang W, Li S. The prevalence of acne in Mainland China: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open. 2017 Apr 20;7(4): e015354. doi: 10.1136/bmjopen-2016-015354.
18. Pereira Duquia R, da Silva Dos Santos I, de Almeida H Jr, Martins Souza PR, de Avelar Breunig J, Zouboulis CC. Epidemiology of Acne Vulgaris in 18-Year-Old Male Army Conscripts in a South Brazilian City. Dermatology. 2017;233(2–3):145–154. doi: 10.1159/000475775. Epub 2017 Jun 14.
19. Qadir M. A., Hasnain A. Электронное здравоохранение: инструмент для исследования распространенности кожных заболеваний. Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2015. № 1. С.
20. Vesna Reljić, Natasa Maksimovic, Janko Jankovic, Biljana Mijovic, Jelena Perić, Slavenka Jankovic. Evaluation of the quality of life in adolescents with acne. Vojnosanit Pregl 2014 Jul;71(7):634–8.

© Мамашева Гёзель Данияловна ( g-mamasheva@mail.ru ), Атаев Магомедрасул Гаджиевич( amrg56@mail.ru ),  
 Мугутдинова Амина Сагадуллаевна, Магомедова Аминат Магомедовна  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# АНАЛИЗ ИНДЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРОМБОЦИТАРНОЙ АУТОПЛАЗМЫ (ТАП) ПРИ КОНСЕРВАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКИХ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА

## ANALYSIS INDEX OF ASSESSMENT OF THE APPLICATION OF PLATELET AUTOPLASMA (TAP) IN THE CONSERVATIVE TREATMENT OF CHRONIC INFLAMMATORY DISEASES OF PERIODONTAL TISSUES

**S. Miklyaev  
O. Leonova  
A. Sushchenko**

*Summary.* Chronic inflammatory periodontal diseases are diseases known since ancient times. With the development and progress of humanity, the prevalence of inflammatory periodontal diseases increases sharply. If at the beginning of the 20th century, the disease was found in subjects 40 years and older. In the 80–90 years of chronic inflammatory periodontal disease throughout the world, much «younger». This was revealed by epidemiological surveys of the population, the analysis involving the determination of indicators characterizing the state of periodontal tissues. Drug treatment of periodontitis remains a major and at the present time. However, the used drugs, each of which acts on a certain link of the pathological process, have a number of side effects and do not always allow it to stop the inflammation of the periodontium. In this connection, our attention was drawn to autohaemotherapy. In recent years an increasing number of publications devoted to the issues of autohemotherapy. TAP has a number of useful properties: it accelerates tissue regeneration, has anti-inflammatory effect, reduces pain syndrome, which holds great promise for its use in dentistry. Modern dentistry can offer the patient the drug treatments — drugs can be used for oral application and injection. However, the effectiveness of these methods is extremely low, they often only reduce inflammation and temporarily improve the condition of the patient, without affecting the regeneration.

*Keywords:* dental indices; TAP; treatment of inflammatory periodontal diseases; periodontitis.

**Микляев Станислав Валерьевич**

Аспирант, Воронежский государственный медицинский университет им.Н.Н.Бурденко; Тамбовская областная клиническая стоматологическая поликлиника; Тамбовский государственный университет им. Г.Р.Державина  
miklaev@mail.ru

**Леонова Ольга Михайловна**

Тамбовская областная клиническая стоматологическая поликлиника; Тамбовский государственный университет им. Г.Р.Державина

**Суценок Андрей Валерьевич**

Д.м.н., профессор, Воронежский государственный медицинский университет им.Н.Н.Бурденко

*Аннотация.* Хронические воспалительные заболевания тканей пародонта относятся к болезням, известных с давних времен. С развитием и прогрессом человечества распространенность воспалительных заболеваний пародонта резко увеличивается. Если еще в начале 20 века данное заболевание встречалось у лиц 40 лет и старше. То уже в 80–90 годах хронические воспалительные заболевания пародонта, во всем мире заметно «помолодели». Это было выявлено в результате эпидемиологических обследований населения, анализ предусматривающий определение показателей характеризующих состояние тканей пародонта. Медикаментозное лечение пародонтита остается основным и в настоящее время. Однако, используемые препараты, каждый из которых действует на какое-то определенное звено патологического процесса, имеют ряд побочных эффектов и не всегда позволяют достаточно быстро купировать воспаление пародонта. В этой связи наше внимание привлекла аутогемотерапия. В последнее время появляется все больше публикаций, посвященных вопросам аутогемотерапии. ТАП, обладает рядом полезных свойств: ускоряет регенерацию тканей, обладает противовоспалительным эффектом, способствует снижению болевого синдрома, что открывает большие перспективы для ее использования в стоматологии. Современная стоматология может предложить пациенту медикаментозные методы лечения — препараты могут применяться перорально, аппликационно и инъекционно. Однако эффективность этих методик крайне низкая, они зачастую лишь снимают воспаление и временно улучшают состояние пациента, не влияя при этом на процессы регенерации.

*Ключевые слова:* стоматологические индексы; ТАП; лечение воспалительных заболеваний пародонта; пародонтит.

### Введение

Основываясь на различных эпидемиологических исследованиях и данных, в последние годы появилось резкое увеличение числа хронических

воспалительных заболеваний пародонта среди населения нашей страны и всего мира.

Увеличение распространенности возникновения хронических воспалительных заболеваний (ХВЗ) тка-

ней пародонта приходится в основном на возраст от 30 до 50 лет, и к 45 годам достигает 96%. Среди молодежи в возрасте от 16 до 20 лет распространенность заболеваний тканей пародонта резко увеличивается и встречается в 50–85%.

Прогрессированию воспалительных заболеваний тканей пародонта способствуют различные факторы, как местного, так и общего характера. Они вызывают и поддерживают воспалительные процессы в тканях пародонта на протяжении длительного времени. Первое место, среди хронических воспалительных заболеваний тканей пародонта, принадлежит хроническому генерализованному пародонтиту легкой степени тяжести (ХГПЛСТ).

### Материалы и методы исследования

Для определения групп обследования был произведен анализ распространенности хронического генерализованного пародонтита, на стоматологическом приеме после анализа клинических данных и по результатам осмотра было обследовано 200 пациентов, отобрано 102 (51%) больных страдающих ХГПЛСТ в возрасте от 20 до 60 лет. Из которых 50 (49,019%) мужчин и 52 (50,98%) женщины, которые страдали данным заболеванием. В свою очередь исследуемая группа пациентов страдающих ХГПЛСТ была поделена на 2 группы:

1 — основная, 70 пациентов, из которых 37 (52,85%) мужчин и 33 (47,14%) женщины, у которых лечение проходило с применением обогащенной тромбоцитами аутоплазмы.

2 — контрольная, 32 пациента, из которых 19 (59,37%) женщин и 13 (40,62%) мужчин, в лечении которых отсутствовала данная методика, и получали стандартное пародонтологическое лечение.

Для постановки диагноза мы анализировали данные развития заболевания, наличие жалоб, а также дополнительных методов обследования. Для проводимого исследования учитывался стоматологический статус каждого пациента — лица с ортодонтической патологией и сопутствующей патологией не включались в проводимую работу.

Обследование всех пациентов проводилось на базе стоматологической клиники Федерального Государственного Бюджетного Образовательного Учреждения Высшего Профессионального Образования Воронежский Государственный Медицинский Университет им. Н.Н. Бурденко на кафедре госпитальной стоматологии. Критериями исключения больных из дальнейшего исследования явились: сахарный диабет I или II типа, наличие остеопороза и различных инфекционных заболеваний, проживание в районах техногенных катастроф,

профессиональная деятельность связанна с вредными для организма физическими, химическими факторами, наличие отягощенного аллергологического анамнеза, беременность, наличие новообразований, прием различных лекарственных препаратов которые оказывают влияние на уровень костной резорбции и гипертрофию десен.

В соответствии с поставленными задачами данной работе применялись клинические, практические и статистические методы исследования. Проводилось анкетирование, опрос, анализ истории болезни. Анализ гигиенических индексов: ИГР-У по J. C. Green — J. R. Vermillion (1964) (ОИ-5), индекс API (Lange, 1977), индекс PHP (Podshadley, Haley, 1968). Анализ пародонтальных индексов: Индекс CPITN (BOO3, 1989), Индекс Muhleman H. R. (1971), Определение модифицированного пародонтального индекса по Russel — пародонтологического индекса (А. А. Кунин, Ю. А. Ипполитов, 2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.) Индекс РМА (кол-во 102 чел.). Статистическое: пакет статистических таблиц IBM SPSS Statistics 20 и Microsoft Office Excel 2007 (кол-во 102 чел.). Практические: Применение обогащенной тромбоцитами аутоплазмы (кол-во 70 чел.).

### Результаты исследования

При первичном обследовании пациентов преобладали следующие жалобы: наличие неприятного запаха изо рта, при чистке зубов и при приеме твердой пищи кровоточивость десен, изменение цвета десны, наличие налета (зубного камня), оголение шеек зубов, наличие пародонтальных карманов, отделяемое из десен. На основании клинических данных был поставлен диагноз ХГПЛСТ (K05.31 по МКБ-10).

Всем пациентам было проведено комплексное пародонтальное лечение: обучение и контроль правильной гигиены полости рта, выбор индивидуальных средств гигиены, общая и местная антибактериальная, противовоспалительная, десенсибилизирующая терапия, витаминотерапия, местная и общая иммунокоррекция, фитотерапия (ротовые ванночки с отварами ромашки, шалфея, коры дуба и др.), удаление разрушенных зубов, физиотерапевтическое лечение. Пациентам была осуществлена профессиональная гигиена полости рта аппаратом Vector (Германия)[3,4].

Объективно у всех пациентов обеих групп преобладала цианотичность десневых сосочков и края десны, подвижность отсутствует, отмечается кровоточивость, рыхлая консистенция десны, наличие пародонтальных карманов и серозно-гнойный экссудат. Наблюдается значительное количество налета и зубного камня в большей степени поддесневого. При проверке гигиены по-

Таблица 1. Индексная оценка до лечения

индекс	возраст	1 группа	2 группа
<b>Гигиенические</b>			
ИГР-У по J.C. Green — J.R. Vermillion (1964) (OHI-S)	20–35 лет	1,9	1,7
	35–45 лет	2,3	2,3
	45–60 лет	2,3	2,5
Индекс эффективности гигиены PHN (Podshadley, Haley, 1968)	20–35 лет	1,5	1,4
	35–45 лет	1,5	1,6
	45–60 лет	1,7	1,7
Индекс зубного налета на апроксимальных поверхностях API (Lange, 1977)	20–35 лет	68,9%	71,2%
	35–45 лет	73,2%	74,5%
	45–60 лет	76,8%	76,7%
<b>Пародонтальные</b>			
Индекс РМА	20–35 лет	52,0%	52,2%
	35–45 лет	59,7%	58,7
	45–60 лет	57,7%	57,0%
Индекс СРITN (ВООЗ, 1989)	20–35 лет	2,9	3,2
	35–45 лет	3,0	2,8
	45–60 лет	3,1	3,2
Индекс кровоточивости по Muhleman H.R. (1971)	20–35 лет	1,4	1,6
	35–45 лет	1,7	1,6
	45–60 лет	2,1	2,2
Определение модифицированного пародонтального индекса по Russel –пародонтологического индекса (А.А. Кунин, Ю.А. Ипполитов, 2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.)	20–35 лет	3,8	3,9
	35–45 лет	4,0	4,0
	45–60 лет	4,0	4,1

лости рта значение индекса API (Lange, 1977) и индекса PHN (Podshadley, Haley, 1968) показало недостаточный уровень гигиены. Индексную оценку проводили до лечения, на 3-й день, через 7 дней, через 1 месяц, через 6 месяцев и через 1 год

На начальном этапе лечения всем представителям 2-х исследуемых групп была произведена индексная оценка. (табл. 1)

При анализе полученных данных мы столкнулись с весомой разницей показателей у «старшей» группы, по сравнению с «молодой». Что может свидетельствовать о прямой зависимости значения индекса от возраста пациента[7].

Улучшение клинического состояния десны отмечалась уже на второе посещение (через 3 дня), что свидетельствовало о снижении уровня кровоточивости десны индекс Muhlemann и по продолжению нашего лечения снижался. Все пациенты обеих групп отмечали значительное улучшение[7,8]. Большинство пациентов не предъявляло жалоб. У всех пациентов отмечалось уменьшение уровня гигиенических индексов. Согласно нашим наблюдениям после проведения лечебных мероприятий снизилось не только распространенность ХГП, а так же интенсивность воспалительного процесса[15].

Если до проведения лечебных мероприятий средняя групповая индексная оценка составляла: ИГР-У по J.C. Green — J.R. Vermillion (1964) (OHI-S) в 1 группе 2,2; во 2-й 2,2; Индекс эффективности гигиены PHN (Podshadley, Haley, 1968) в 1-й 1,6; во 2-й 1,6; Индекс зубного налета на апроксимальных поверхностях API (Lange, 1977) в 1-й 73,0%; во 2-й 74,1%; Индекс РМА в 1-й 56,5%; во 2-й 55,9%; Индекс СРITN (ВООЗ, 1989) в 1-й 3,0; во 2-й 3,1; Индекс кровоточивости по Muhleman H.R. (1971) в 1-й 1,7; во 2-й 1,8; Определение модифицированного пародонтального индекса по Russel –пародонтологического индекса (А.А. Кунин, Ю.А. Ипполитов, 2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.) в 1-й 3,9; во 2-й 4,0.

Уже на 3 день исследования (второе посещение) средняя групповая индексная оценка составляла: ИГР-У по J.C. Green — J.R. Vermillion (1964) (OHI-S) в 1 группе 0,5; во 2-й 0,6; Индекс эффективности гигиены PHN (Podshadley, Haley, 1968) в 1-й 0,5; во 2-й 0,5; Индекс зубного налета на апроксимальных поверхностях API (Lange, 1977) в 1-й 24,3%; во 2-й 24,3%; Индекс РМА в 1-й 27,9%; во 2-й 28,5%; Индекс СРITN (ВООЗ, 1989) в 1-й 2,1; во 2-й 2,4; Индекс кровоточивости по Muhleman H.R. (1971) в 1-й 0,8; во 2-й 0,9; Определение модифицированного пародонтального индекса по Russel –пародонтологического индекса (А.А. Кунин, Ю.А. Ипполитов, 2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.) в 1-й 1,3; во 2-й 1,3. (рис. 1)

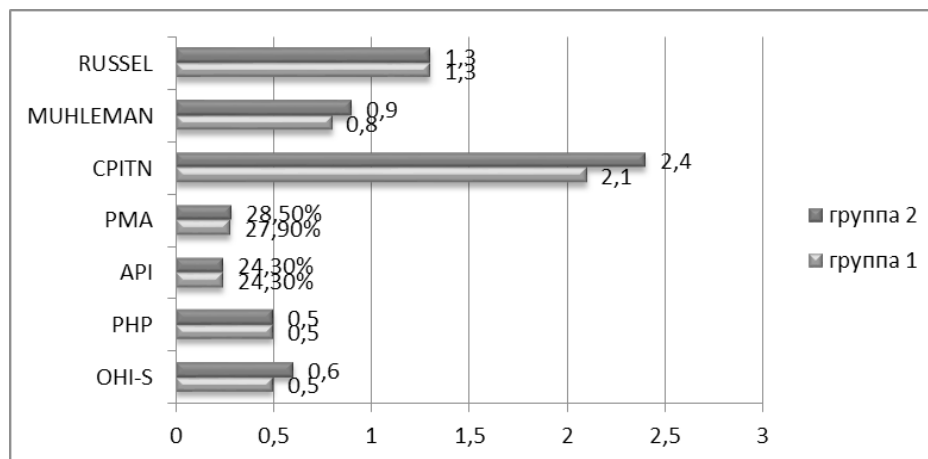


Рис. 1. Изменения средней индексной оценки 1 и 2 группы через 3 дня

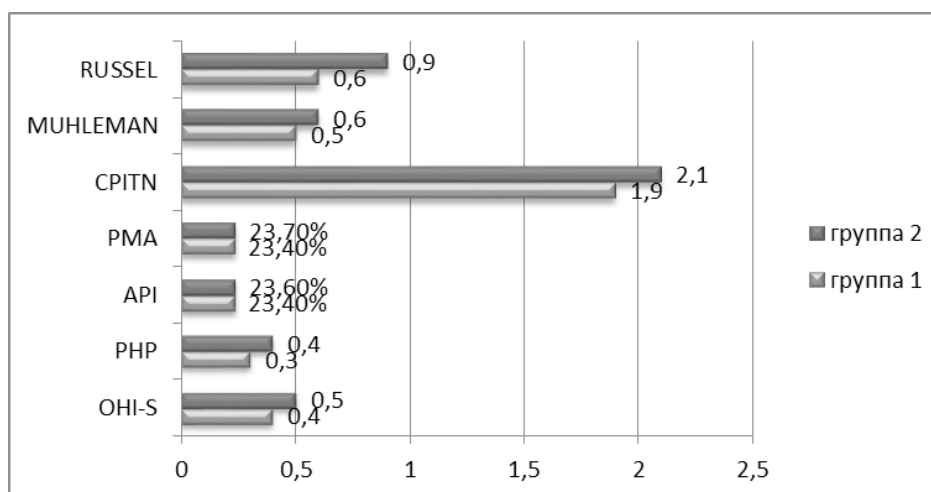


Рис. 2. Сравнительная индексная оценка через 7 дней после начала лечения

Через 7 дней (третье посещение) проведенного лечения произошло закрепление результатов в виде небольшого снижения значений индексов 1 (основной), группы (проводилось лечение с применением активированной тромбоцитами аутоплазмы), и у 2 (контрольной) группы [1,2].

При анализе через 7 дней средняя групповая индексная оценка составляет: ИГР-У по J.C.Green — J.R. Vermillion (1964) (OHI-S) в 1 группе 0,4; во 2-й 0,5; Индекс эффективности гигиены РНР (Podshadley, Haley, 1968) в 1-й 0,3; во 2-й 0,4; Индекс зубного налета на аппроксимальных поверхностях API (Lange, 1977) в 1-й 23,4%; во 2-й 23,6%; Индекс РМА в 1-й 23,4%; во 2-й 23,7%; Индекс CPITN (BOOЗ, 1989) в 1-й 1,9; во 2-й 2,1; Индекс кровоточивости по Muhleman H.R. (1971) в 1-й 0,5; во 2-й 0,6; Определение модифицированного пародонтального индекса по Russel – пародонтологического индекса (А.А. Кунин, Ю.А. Ипполитов, 2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.) в 1-й 0,6; во 2-й 0,9 (рис. 2).

Обратное незначительное увеличение произошло через 1 и 6 месяцев в границах норм оптимальной гигиены.

Через 1 месяц после проведения лечебно-профилактических мероприятий в 1 группе пациентов (70 пациента) зубной налет вновь образовался у 7 человек (10%), во 2 группе (32 пациента) у 4 человек (12,5%) [4,6].

При анализе полученных данных через 1 месяца средняя групповая индексная оценка составляла ИГР-У по J.C.Green — J.R. Vermillion (1964) (OHI-S) в 1 группе 0,5; во 2-й 0,6; Индекс эффективности гигиены РНР (Podshadley, Haley, 1968) в 1-й 0,5; во 2-й 0,7; Индекс зубного налета на аппроксимальных поверхностях API (Lange, 1977) в 1-й 23,7%; во 2-й 24,6%; Индекс РМА в 1-й 26,6%; во 2-й 25,7%; Индекс CPITN (BOOЗ, 1989) в 1-й 2,0; во 2-й 2,3; Индекс кровоточивости по Muhleman H.R. (1971) в 1-й 0,6; во 2-й 0,9; Определение модифицированного пародонтального индекса по Russel – пародонтологического

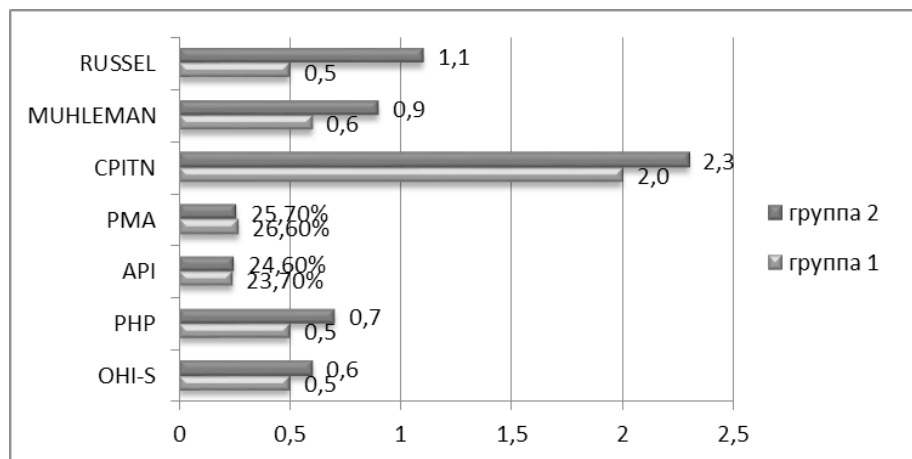


Рис. 3. Сравнительная индексная оценка через 1 месяц после начала лечения

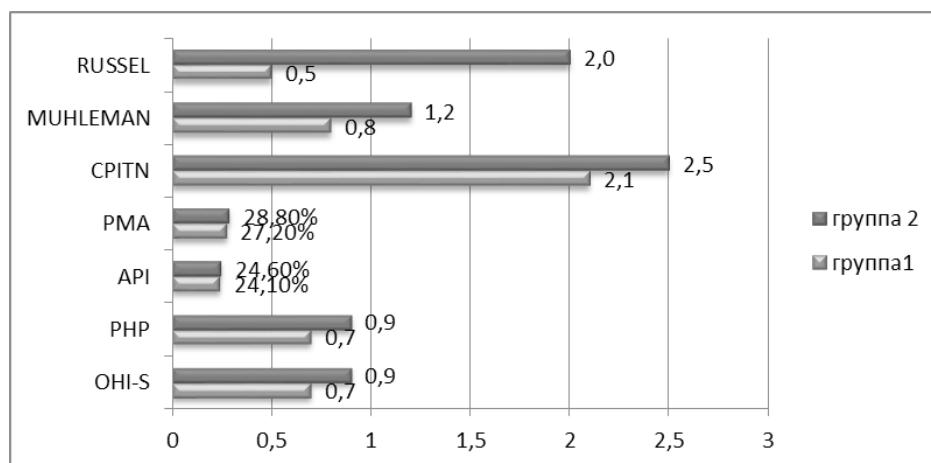


Рис. 4. Сравнительная индексная оценка через 6 месяцев после начала лечения

индекса (А.А. Кунин, Ю.А. Ипполитов, 2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.) в 1-й 0,5; во 2-й 1,1(рис.3).

Через 6 месяцев от начала исследований в 1 группе зубной налет вновь образовался у 9 человек (12,85%), а зубной камень у 3 человек (4,28%); тогда как во 2 группе зубной налет образовался у 12 человек (37,5%), а зубной камень у 5 человек (15,62%). Кровоточивость десны в первой группе вновь появилась у 3 человек (4,28%) (представители 45–60 возрастной группы); во второй группе 12 человек (37,5%)

Так же мы стали наблюдать незначительное увеличение показателей у 2 (контрольной) группы, по сравнению с 1 группой. ИГР-У по J.C. Green — J.R. Vermillion (1964) (OHI-S) в 1 группе 0,7; во 2-й 0,9; Индекс эффективности гигиены РНР (Podshadley, Haley, 1968) в 1-й 0,7; во 2-й 0,9; Индекс зубного налета на апроксимальных поверхностях API (Lange, 1977) в 1-й 24,1%; во 2-й 24,6%; Индекс РМА в 1-й 27,2%; во 2-й 28,8%; Индекс CPITN (BOO3, 1989) в 1-й

2,1; во 2-й 2,5; Индекс кровоточивости по Muhleman H.R. (1971) в 1-й 0,8; во 2-й 1,2; Определение модифицированного пародонтального индекса по Russel –пародонтологического индекса (А.А. Кунин, Ю.А. Ипполитов, 2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.) в 1-й 0,5; во 2-й 2,0.(рис.4)

При обследовании пациентов через 1 год (контрольное исследование) после начала лечения, наблюдался стабильный показатель у 1 группы: зубной налет вновь образовался у 11 человек (15,71%), зубной камень у 4 человек (5,71%); кровоточивость десны вновь появилась у 4 человек (5,71%) (3 представителя 45–60 возрастной группы и 1 представитель 35–45 возрастной группы). Тогда как во 2 группе зубной налет образовался у 14 человек (43,75%), а зубной камень у 8 человек (25%); кровоточивость десны вновь появилась у 14 человек (43,75%) (7 представителя 45–60 возрастной группы, 4 представителя 35–45 возрастной группы и 3 представителя 20–35 возрастной группы).

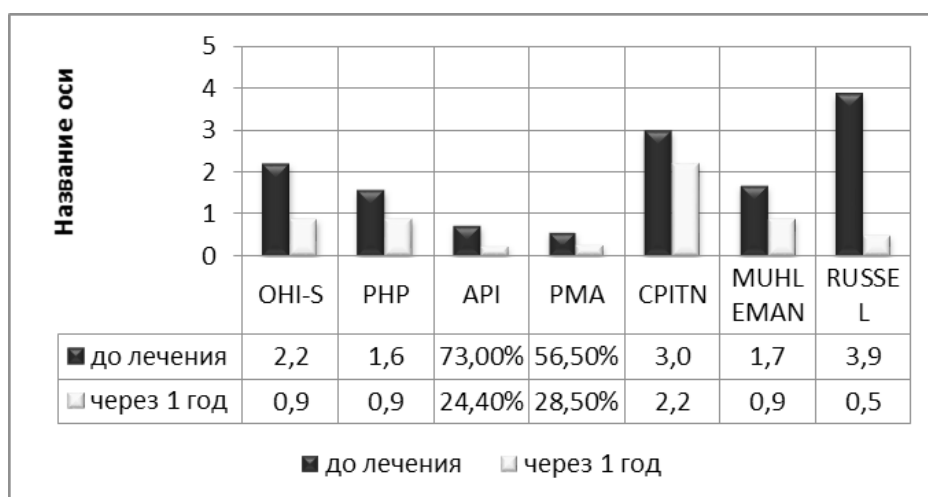


Рис. 5. Средняя индексная оценка 1 группы до лечения и через 1 год.

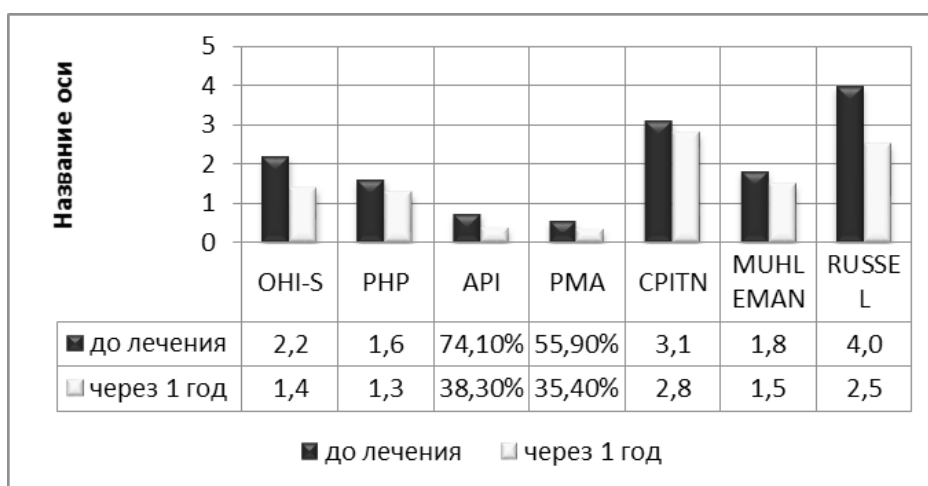


Рис. 6. Средняя индексная оценка 2 группы до лечения и через 1 год.

Оценивая эффективность лечения обеих групп (образование зубного налета и камня) через 1 год можно сделать вывод, что частота повторного обращения в первой группе составила 15 чел (21,4%), во второй группе 22 чел (68,75%).

При анализе полученных данных через 1 год средняя групповая индексная оценка составляла ИГР-У по J.C. Green — J.R. Vermillion (1964) (OHI-S) в 1 группе 0,9; во 2-й 1,4; Индекс эффективности гигиены PHP (Podshadley, Haley, 1968) в 1-й 0,9; во 2-й 1,3; Индекс зубного налета на аппроксимальных поверхностях API (Lange, 1977) в 1-й 24,4%; во 2-й 38,8%; Индекс PMA в 1-й 28,5%; во 2-й 35,4%; Индекс CPITN (BOO3, 1989) в 1-й 2,2; во 2-й 2,8; Индекс кровоточивости по Muhleman H.R. (1971) в 1-й 0,9; во 2-й 1,5; Определение модифицированного пародонтального индекса по Russel – пародонтологического индекса (А.А. Кунин, Ю.А. Ипполитов,

2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.) в 1-й 0,5; во 2-й 2,5.

Индексная оценка уменьшилась у ИГР-У по J.C. Green — J.R. Vermillion (1964) (OHI-S) в 1 группе в 2,4 раза, что соответствует 59,01%; во 2-й в 1,5 раза, что соответствует 36,36%; Индекс эффективности гигиены PHP (Podshadley, Haley, 1968) в 1-й 1,7 раза, что соответствует 43,75%; во 2-й 1,2 раза, что соответствует 18,7%; Индекс зубного налета на аппроксимальных поверхностях API (Lange, 1977) в 1-й 2,9 раза, что соответствует 66,5%; во 2-й в 1,9 раза, что соответствует 48,4%; Индекс PMA в 1-й в 2,0 раза, что соответствует 49,5%; во 2-й 1,5 раза, что соответствует 36,6%; Индекс CPITN (BOO3, 1989) в 1-й в 1,36 раза, что соответствует 26,6%; во 2-й в 1,1 раза, что соответствует 9,67%; Индекс кровоточивости по Muhleman H.R. (1971) в 1-й в 1,8 раза, что соответствует 47,0%; во 2-й в 1,2 раза, что соответствует 16,6%; Определение модифицированного пародонтального ин-

декса по Russel –пародонтологического индекса (А.А. Кунин, Ю.А.Ипполитов, 2003, рац. предложение № 2612 от 19.02.2003 г.) в 1-й в 7,8 раза, что соответствует 87,1%; во 2-й в 1,6 раза, что соответствует 37,5% (рис. 5; рис. 6).

Положительные клинические и визуальные показатели у 1, исследуемой, группы наблюдались уже на 3 посещение (через 7 дней) после начала лечения, что может говорить о снижении продолжительности лечения пародонтологических больных до 3 посещений[3,4,5,15].

Так же наблюдались положительные визуальные показатели у 1, исследуемой, группы которые так же подтвердились спустя 1 год после нашего лечения с применением тромбоцитарной аутоплазмы.

## Выводы

Из полученных нами данных за определенный промежуток времени (3дня, 7дней, 1 месяц, 6 месяцев и 1 год) мы получили довольно ясную динамику нашего лечения с последующим периодом ремиссии. Наблюдалось резкое снижение всех индексных показателей у 1(исследуемой) и 2 (контрольной) групп на 3 день исследования, через 7 дней снижение также было у обеих групп, но незначительное. Через 1 месяц исследования показатели 1 группы остались на том же уровне что и ранее, тогда как показатели 2 группы увеличились. Резкое увеличение произошло через 6 месяцев у 2 группы по сравнению с 1-й.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреас Браун, Феликс Краузе, Андреа Шиффер, Матиас Френтцен применение ультразвукового аппарата Vector при лечении пародонтита / Клиническая стоматология. — 2001. — № 3. — 62–65.
2. Ахмеров Р.Р. Регенеративная медицина на основе аутологичной плазмы. Технология Plasmolifting™. М., 2014. — 160 с.
3. Ахмеров Р.Р., Зарудий Р.Ф., Цыплаков Д.Э., Воробьев А.А. Технология Plasmolifting — инъекционная форма тромбоцитарной аутоплазмы для лечения хронических катаральных гингивитов // Пародонтология. — 2012. — № 4. — С. 80–84.
4. Ахмеров Р.Р., Зарудий Р.Ф., Цыплаков Д.Э., Овечкина М.В., Воробьев А.А. Изучение патоморфологических изменений тканей десны при лечении хронических воспалительных и воспалительно-деструктивных заболеваний пародонта с использованием регенеративного метода Plasmolifting™ Часть I// Пародонтология. —2014. — № 4 (73). — С. 54–56.
5. Ахмеров Р.Р., Короткова О.И., Овечкина М.В., Зарудий Р.Ф., Воробьев А.А. Применение аутоплазмы, содержащей тромбоциты, в дерматокосметологии и стоматологии. Технология Plasmolifting™// Пластическая хирургия и косметология. —2013. — № 1. — С. 1.
6. Буляков Р.Т., Сабитова Р.И., Гуляева О.А. Клиническая оценка состояния тканей пародонта после консервативного лечения хронического генерализованного пародонтита тяжелой степени с применением методов разрушения биопленки // Пародонтология. 2015 № 1. С. 68–77.
7. Буляков Р.Т., Сабитова Р.И., Гуляева О.А. Опыт консервативного лечения пародонтита тяжелой степени с использованием современных методов разрушения биопленки и технологии Plasmolifting // Проблемы стоматологии. — 2014. — № 1. — С. 54–58.
8. Буляков Р.Т., Сабитова Р.И., Гуляева О.А., Чемикосова Т.С., Тухватуллина Д.Н. Новые возможности консервативного малоинвазивного лечения воспалительных заболеваний пародонта // Пародонтология. 2013 № 1. С. 55–59.
9. Буляков Р.Т., Сабитова Р.И., Гуляева О.А., Чемикосова Т.С., Тухватуллина Д.Н. Новые возможности консервативного малоинвазивного лечения воспалительных заболеваний пародонта // Пародонтология. — 2013. — № 1. — С. 55–59.
10. Грудянов А.И. Заболевания пародонта. — М.: Издательство «Медицинское информационное агентство», 2009. — 336 с.
11. Заболевания пародонта. Современный взгляд на клинико-диагностические и лечебные аспекты / Янушевич О.О., Гринин В.М., Почтаренко В.А. и др.; под ред. О.О. Янушевича. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 160 с.
12. Кузьмина, Э.М. Современные критерии оценки стоматологического статуса при проведении эпидемиологического обследования населения / Э.М. Кузьмина. — М., 2007. — 31 с.
13. Лемецкая, Т.И. Лечение воспалительных заболеваний пародонта: учебное пособие / Т.И. Лемецкая. — М., 1983. — 25 с.
14. Мамедов М.М. Сравнительная оценка эффективности комплексного лечения разных форм течения воспалительных заболеваний пародонта // Клиническая стоматология. — 2009. — № 3. — с. 84–86.
15. Микляев С.В. Оценка эффективности применения аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, при лечении хронического генерализованного пародонтита легкой степени тяжести // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2016. Т. 21. Вып. 6. С. 2271–2277. DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-6-2271-2277
16. Микляев С.В., Леонова О.М., Глазьев В.К., Сущенко А.В., Олейник О.И. Изучение качества жизни у пациентов, страдающих хроническими воспалительными заболеваниями пародонта // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2017. Т. 22. Вып. 1. С. 187–192. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-1-187-192

© Микляев Станислав Валерьевич (miklaev@mail.ru),

Леонова Ольга Михайловна, Сущенко Андрей Валерьевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРГИРОВАННОГО БИОМАТЕРИАЛА «АЛЛОПЛАНТ» НА СОСТОЯНИЕ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ВИРУСНЫМ ГЕПАТИТОМ С

### INFLUENCE OF THE DISPERSED BIOMATERIAL «ALLOPLANTS» ON THE CONDITION OF FREE RADICAL OXIDATION IN PATIENTS WITH CHRONIC VIRUS HEPATITIS C

R. Mirkhaydarov  
R. Kildebekova

*Summary.* The Aim of the study was evaluation of the effectiveness of a dispersed biomaterial «Alloplant» in the introduction of acupuncture in patients with chronic viral hepatitis C. A Comprehensive study of new means of correction of regulatory processes — a dispersed biomaterial «Alloplant» injected into biologically active points showed a more pronounced positive dynamics: the increase in the absolute number of lymphocytes, decrease in the activation of cytotoxic response, a decrease in products of lipid peroxidation and increased activity of antioxidant enzymes.

*Keywords:* chronic viral hepatitis, free-radical oxidation, dispersed biological material «Alloplant».

**Мирхайдаров Равиль Шамилович**

К.м.н., Врач-рефлексотерапевт, Научно-исследовательский лечебно-оздоровительный центр «Здоровье и долголетие», респ. Башкортостан, г. Уфа  
mira\_2002@mail.ru

**Кильдебекова Раушания Насгутдиновна**

Д.м.н., профессор, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа  
bsmu-int@mail.ru

*Аннотация.* Целью исследования была оценка эффективности диспергированного биоматериала «Аллоплант» при акупунктурном введении у больных хроническим вирусным гепатитом С. Комплексное изучение нового средства коррекции регуляторных процессов — диспергированного биоматериала «Аллоплант», вводимого в биологически активные точки, показало выраженную позитивную динамику: увеличение абсолютного числа лимфоцитов, снижение активации цитотоксического ответа, уменьшение продуктов перекисного окисления липидов и повышение активности ферментов антиоксидантной защиты.

*Ключевые слова:* хронический вирусный гепатит, свободнорадикальное окисление, диспергированный биологический материал Аллоплант.

**П**о оценке Центра по контролю и профилактике заболеваний в США на сегодняшний день насчитывается около 2,7 млн. лиц с вирусным гепатитом С, который является основной причиной смерти при заболеваниях печени [8,15,16].

Многими исследователями было показано, что при патологических состояниях наблюдается неферментативное усиление свободнорадикального окисления (СРО), которое развивается в клетках и межклеточном пространстве [2,10]. Активация перекисного окисления липидов, наблюдаемое при воздействии внешних негативных факторов, является универсальным механизмом повреждения клеток[3,14,17]. Вопросы влияния воспалительных процессов на СРО с угнетением активности ферментов антиоксидантной защиты (АОЗ) неоднозначны и нуждаются в дополнительных исследованиях.

Рекомендованный стандарт лечения больных хроническим вирусным гепатитом С (ХВГС) предусматривает использование препаратов-интерферонов и комбинацию с другими противовирусными средствами, но желаемый эффект достигается только у трети пациентов [3,4,7,18]. Большое число нежелательных эффектов

и противопоказаний к противовирусной терапии для больных ХВГС доказывает необходимость поиска альтернативных путей фармакотерапии.

К методам, позволяющим пролонгировать эффект лечебного воздействия, относится фармакопунктура как способ локальной стимуляции биологически активных точек[1,5]. Перспективным и малоизученным представляется применение одного из новых средств регуляции регенераторных процессов — биоматериала «Аллоплант», изготавливаемого на основе измельченных биологических тканей, который широко применяется в регенеративной хирургии для активации обменных процессов. Коллаген-гликозаминогликановые комплексы, составляющие матрикс диспергированного биоматериала Аллоплант (ДБМА), обладают высокой биологической активностью, гипоаллергенны и являются стимуляторами регенерации [11,12].

#### Цель исследования

Оценить влияние акупунктурного введения диспергированного биоматериала «Аллоплант» на состояние свободно-радикального окисления у больных хроническим вирусным гепатитом С.



## Материалы и методы исследования

Проведено открытое, проспективное, рандомизированное исследование 78 пациентов с ХВГС, из них 31 (39,7%) женщина и 47 (60,3%) мужчин, средний возраст составил  $36,8 \pm 1,7$  года. Для сопоставления результатов исследования были обследованы 25 практически здоровых лиц. Среди обследованных с ХВГС у 40 (51,28%) пациентов противовирусная терапия не проводилась из-за противопоказаний, у 26 (33,3%) не отмечалось положительных сдвигов после курса противовирусной терапии на протяжении 6 месяцев и у 12 (15,38%) отмечался клинический рецидив после противовирусной терапии через 4–12 месяцев.

Клиническая верификация диагноза ХВГС проводилась в соответствии с МКБ-10. При диагностике учитывали совокупность клинико-лабораторных и эпидемиологических данных.

Критерии включения в исследование: лица молодого возраста с верифицированным диагнозом ХВГС с умеренной и минимальной активностью воспалительного процесса в печени, который оценивали по уровню аланин- (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ) в крови.

От всех обследованных было получено добровольное информированное согласие. Проведенное исследование было одобрено этическим комитетом Башкирского государственного медицинского университета, в соответствии с нормами Хельсинской декларации (2000).

Наличие РНК-вируса гепатита С определялось методом твердофазного иммуноферментного анализа с использованием тест-систем ЗАО «Вектор-Бест» (Новосибирск, Россия).

Оценка состояния свободно-радикального окисления (СРО) проводилась по уровню продуктов перекисного окисления липидов и активности ферментов антиоксидантной защиты, кровь забиралась в стандартизированные пробирки типа «Вакутайнер» с антикоагулянтом — гепарин 5000 ЕД/мл из расчета 0,1 мл на 10 мл крови.

Содержание продуктов перекисного окисления липидов определяли по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК) в плазме крови по Карпищенко А. И. (1999) с помощью набора реактивов «ТБК-АГАТ» (ООО «АГАТ — МЕД», Россия). Уровень продуктов липопероксидации — диеновые конъюгаты (ДК) и шиффовы основания (ШО) определяли по методу Волчегорского И. А. и соавт. (2000).

Активность ферментов АОЗ — каталазы определяли по Корольку М. А. и соавт. (1988), уровень глутатионпе-

роксидазы (ГП) изучали с помощью набора RANSEL Glutathione peroxidase (Randox Laboratories Ltd., США).

Изучение популяций и субпопуляций лимфоцитов крови проводилось методом проточной цитофлуориметрии с использованием моноклональных антител фирмы Beckman Coulter (США). Определяли кластеры дифференцировки CD3 (Т-лимфоциты), CD4 (Т-хелперы) и CD8 (цитотоксические Т-лимфоциты), результаты выражались в абсолютных и относительных показателях [4,6].

Для оценки эффективности лечения больные ХВГС были разделены на три группы: I группа (n=21) — контрольная: пациенты получали медикаментозную терапию в амбулаторных условиях, согласно рекомендованным протоколам [7,13,16], II группа (n=23) — сравнения: на фоне медикаментозной терапии дополнительно применяли иглорефлексотерапию в биологически активные точки (БАТ) и III группа — основная (n=34), которым дополнительно вводили ДБМА, разведенный в 10 мл физиологического раствора; на курс лечения 7–10 сеансов, количество инъекций за один сеанс составили от 5 до 20, по 0,1–3 мл в заранее выбранные биологически активные точки: BL18 Гань Шу, BL19 Дань Шу, BL47 Хунь Мэнь, BL48 Ян Ган и BL 49 И Шэ расположенные паравертебрально на уровне 9–11 грудных позвонков; GV8 Цзин Со и GV9 Чжи Ян — точки заднесрединного меридиана; LR13 Чжан Мэнь, LR14 Ци Мэнь, GB24 Жи Юе, GB25 Цзин Мэнь и RP 19 Фу Ай — расположенные в области правого подреберья; CV5 Ши Мэнь, CV12 Чжун Вань и CV14 Тан Чжу — точки на переднесрединном меридиане [1,5].

Ни один пациент не выбыл из исследования вследствие развития нежелательных реакций, имеющих причинно-следственную связь с приемом ДБМА.

Статистическую обработку данных проводили по программе Statistica for Windows версии 7.0. На предварительном этапе полученные данные проверялись на нормальность распределения методом Шапиро-Уилка, оценку достоверности по параметрическим и непараметрическим критериям. Для сравнения величин использовали критерий  $\chi^2$  с поправкой Йетса. Искажение достоверности различий предупреждали поправкой Бонферони.

## Результаты исследования

У всех больных ХВГС методом полимеразно-цепной реакции доказана репликативная фаза инфекционного процесса.

Оценку состояния гепатобилиарной системы у больных ХВГС определяли по активности уровня ферментов печени и выявили значимое повыше-

Таблица 1. Показатели иммуннограммы у больных хроническим вирусным гепатитом С

Показатели	Здоровые лица (n=25)	Больные ХВГС (n=78)	После лечения		
			I (n=21)	II (n=21)	III (n=34)
Лейкоциты (x10 <sup>9</sup> / л)	8,1±0,24	6,6±0,22*	6,5±0,19	6,5±0,25	6,1±0,22**
Лимфоциты (x10 <sup>9</sup> / л)	2,3±0,15	1,7±0,30*	1,8±0,15**	2,3±0,83**	2,6±0,15**
CD3+, отн.(%)	71,8±1,90	60,2±1,92	63,2±1,9**	64,2±1,87	68,2±1,91**
Абс. (x10 <sup>9</sup> / л)	1,59±0,07	1,33±0,06*	1,48±0,07	1,53±0,07	1,59±0,04**
CD4+, отн.(%)	42,9±1,30	32,7±1,32*	35,7±1,78	38,3±1,95	41,7±2,05
Абс. (x10 <sup>9</sup> / л)	0,95±0,04	0,66±0,05*	0,73±0,03**	0,79±0,03	0,89±0,04**
CD8 +, отн.(%)	21,9±1,3	28,4±1,7	25,9±1,2	23,4±1,3	22,3±1,5
Абс.(x10 <sup>9</sup> / л)	0,676±0,03	0,877±0,03*	0,796±0,04	0,773±0,02	0,675±0,03
ИРИ (CD4/CD8)	1,4±0,14	1,14 ±0,15*	0,91±0,04	1,02±0,05	1,31±0,06**

Примечание: \* — при p<0,05 в сравнении со здоровыми лицами

\*\* — при p<0,01 в сравнении с исходным уровнем

Таблица 2. Динамика показателей свободно-радикального окисления на фоне применения реабилитационных программ у больных ХВГС (M±m)

Группы	Параметры	ДК, мкмоль/л	ШО, мкмоль/л	ТБК-РП мкмоль/л	Каталаза, усл.ед./г	ГП усл.ед./г
Здоровые лица (n=25)		3,06±0,15	1,89±0,09	0,34±0,01	18,0±0,82	70,04±3,4
Исходно (n=78)		4,63±0,2*	2,54±0,14*	0,43 ±0,14*	12,58±0,2*	57,2±2,7*
После лечения I (n=21)		3,6±0,17#	2,38±0,02#	0,40±0,02#	14,90±0,21*#	61,6±3,4
II (n=23)		3,47±0,15#	2,27±0,02#	0,36±0,16#	15,14±0,38#	64,4±2,7#
III (n=34)		3,42±0,16#	1,93±0,01#	0,35±0,15#	17,30±1,07*#	69,4±2,4#

\* при p<0,05 в сравнении со здоровыми лицами

# при p<0,05 в сравнении с исходным уровнем

ние АЛТ до 2,66±0,27 ммоль/л против здоровых лиц 0,63±0,03 ммоль/л и АСТ до 1,48±0,17 ммоль/л, против 0,34±0,06 ммоль/л. Анализ уровня цитолитического фермента показал, что активность АЛТ в пределах нормальных показателей была у 12(15,38%), незначительное повышение (до 3 норм) у 31(39,74%), умеренное (до 5 норм) у 16(20,51%) и значительное (выше 5 норм) у 19(24,35%) обследуемых. На фоне проводимого лечения динамика активности маркеров цитолиза у больных ХВГС показала снижение уровня АЛТ и АСТ, более значимые изменения наблюдалось у обследованных III группы, что указывало на клиническую эффективность ДБМА.

Изучение состояния иммунного статуса у больных с ХВГС выявило наличие дисфункции во всех звеньях иммунитета, что было представлено в ранее опубликованных работах [9]. Анализ иммуннограммы у больных ХВГС (табл. 1) показал снижение числа лейкоцитов на 18,5%, лимфоцитов на 30,4% в сравнении со здоровыми лицами.

Качественный состав лимфоцитов у больных с ХВГС выявил снижение CD3+ клеток на 16,15%, CD4+ на 23,8%, и повышение цитотоксических лимфоцитов

(CD8+) на 29,7%. Снижение количества CD4+ лимфоцитов у больных ХВГС свидетельствует о недостаточности Т-звена иммунитета, а увеличение числа CD8+ — об активации цитотоксического ответа. Снижение фагоцитарной активности лейкоцитов у больных ХВГС было на 41,5% (p=0,02) и отражает подавление факторов естественного иммунитета. На фоне проводимого лечения отмечалось увеличение абсолютного числа лимфоцитов в I группе обследованных на 5,8%, во II группе на 35,3% и в III группе на 52,9% также наблюдалось повышение уровня субпопуляций лимфоцитов CD4+ на 10,6%, 19,69% и на 30,3% а также снижение цитотоксических лимфоцитов (CD8 +) на 9,3%, 11,85% и на 23,03% соответственно. Как видно из представленных данных выраженной позитивная динамика в III группе указывает на эффективность ДБМА на клиническое течение ХВГС.

Изучение состояния свободно-радикального окисления у больных ХВГС выявило увеличение исходного уровня продуктов ПОЛ с последующим истощением ферментов АОЗ. Результаты исследования ПОЛ у больных ХВГС показали повышенный уровень диеновых конъюгатов на 51,9% и шиффовых оснований на 34,39%

по сравнению со здоровыми лицами. На фоне проведенного лечения в I группе уровень диеновых конъюгатов снизился на 22,24%, во II группе на фоне дополнительного применения ИРТ на 25,05% и в III группе, при введении ДБМА в БАТ, на 26,13%.

В процессе проводимой реабилитации на амбулаторном этапе у больных с ХВГС уровень шиффовых оснований в I группе снизился на 6,29%, во II группе на 10,2% и в III группе на 24,01% соответственно, уровень продуктов реагирующих с тиобарбитуровой кислотой в I группе снизился на 6,97%, во II группе на 16,27%, в III группе на 18,6% соответственно.

Как видно из представленных данных, максимальное снижение уровня продуктов ПОЛ отмечалось в III группе обследуемых с ХВГС.

Анализ ферментов антиоксидантной защиты у пациентов с ХВГС показал, что исходный уровень каталазы был снижен на 30,11%, в сравнении со здоровыми лицами. На фоне проводимых лечебных мероприятий наблюдалась позитивная динамика, так в I группе увеличение каталазы было на 18,44%, во II группе на 20,34%, в III группе на 37,51% (табл. 2). Уровень глутатионпероксидазы увеличился в I группе на 7,69%, во II группе на 12,58% и в III группе на 21,32%. Значимое повышение уровня активности ферментов АОЗ наблюдались в III группе исследуемых с ХВГС на фоне дополнительного применения фармакопунктуры ДБМА в биологически активные точки.

Таким образом, анализ полученных результатов выявил у больных ХВГС дисфункцию иммунной системы и активацию свободно-радикального окисления. На фоне применения ДБМА наблюдалась выраженная позитивная динамика, восстановление иммунного статуса и повышение активности антиоксидантной системы, что указывает на патогенетическое и клиническое обоснование применения данной методики для больных ХВГС в качестве терапии, замедляющей прогрессирование заболевания. Данные нашего исследования указывают о высоком уровне безопасности ДБМА, при его применении не отмечалось ни одного нежелательного явления.

Выводы: 1. У больных с ХВГС наблюдалась дисфункция иммунной системы: снижение CD4+лимфоцитов на 23,8% при повышении Т-цитотоксических CD8+лимфоцитов на 29,7%, а также изменения свободно-радикального окисления: повышение продуктов перекисного окисления липидов — диеновых конъюгатов на 51,9% и шиффовых оснований на 34,4% на фоне снижения активности ферментов антиоксидантной защиты.

2. На фоне применения ДБМА в биологически активные точки у больных с ХВГС отмечалось восстановление иммунного статуса, повышение активности антиоксидантных ферментов каталазы на 37,5% и глутатионпероксидазы на 21,3%, снижение диеновых конъюгатов на 26,1%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агасаров, Л. Г. Фармакопунктура М: Арнебия. — 2013. — 192с.
2. Андреева, С. Г. Оценка влияния экзогенной супероксиддисмутазы на процессы свободнорадикального окисления у больных с острым гепатитом В // Вестник новых медицинских технологий — 2005- том XII, № 2. — С.56–58.
3. Асташова, Т. А., Казакова Е. С., Морозов С. В., Казаков О. В. Роль лимфатической системы в регуляции окислительного гомеостаза в норме, при циркуляторных нарушениях и их коррекция / Т. А. Асташова, Е. С. Казакова, С. В. Морозов, // *Вопр. биол. мед. и фармац. химии.* — 2006. — № 1. — С. 17–22.
4. Бацких, С. Н. Два пути к одной цели: новые стратегии противовирусной терапии хронического гепатита С. // *Гепатология- 2012- № 6-С.22–26.*
5. Вагралик, В. Г. Основы китайского лечебного метода чжень-цзю. «Горький 1961»- С. 9
6. Иммунология и аллергология / под ред. А. А. Воробьева, А. С. Быкова, А. В. Караулова. — М.: Практическая медицина, 2006. — 288 с.
7. Ивашкин, В. Т. Современные схемы лечения хронического гепатита С // *Рос.журн.гастроэнтерол.гепатол.колопроктол.*/В.Т.Ивашкин, М. В. Маевская, М. А. Морозова — 2012. — Т. 22, № 1. — С. 36–44
8. Кузнецова А. В. Клинико-иммунологические особенности сочетанных форм хронического гепатита С. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.м.н. Хабаровск 2007., 23с.
9. Кильдебекова Р. Н., Мирхайдаров Р. Ш., Имельбаева Э. А., Саяхов Р. Ф., Низамов А. К. Особенности иммунного статуса больных хроническим вирусным гепатитом. *Клиническая геронтология*, 2015., № 7–8, С. 5–9.
10. Милякова М. Н., Шабанов В. В. Возможный механизм и патофизиологическая значимость регуляции активности супероксиддисмутазы свободными радикалами кислорода // *Биомед. химия.* — 2006. — Т. 52, № 2. — С. 130–13
11. Мулдашев, Э. Р. Теоретические и прикладные аспекты создания аллотрансплантатов «Аллоплант» для пластической хирургии лица / Э. Р. Мулдашев. — СПб., 1995. — 136 с.
12. Хасанов, Р. А. Диспергированные формы аллотрансплататов «Аллоплант» / Р. А. Хасанов, О. Р. Шангина // *Актуальные вопросы тканевой и клеточной трансплантологии: сборник тезисов V Всероссийского симпозиума с международным участием.* — Уфа, 2012. — С. 115–116.
13. Яковлев, А. А. Хронические вирусные гепатиты/ СПб: НИИХ СПб ГУ. — 2012. — 287с.

14. Янковая, Т. Н. Значение показателей свободнорадикального окисления липидов, цитолитического синдрома у больных хроническим гепатитом в зависимости от этиологического фактора, <http://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-pokazateley-svobodnoradikalnogo-okisleniya-lipidov-tsitoliticheskogo-sindroma-u-bolnyh-hronicheskim-gepatitom-v>
15. Abdelwahab K. S., Ahmed Said Z. N. Status of hepatitis C virus vaccination: Recent update. // World journal of gastroenterology. — 2016. — Vol. 22, no. 2. — P. 862–873.
16. Kim W. R. The burden of hepatitis C in the United States. Hepatology 2002,36,(Suppl.1): S30–34.
17. Liang T. J., Ghany M. G. Current and future therapies for hepatitis C virus infection. // The New England journal of medicine. — 2013. — Vol. 368, no. 20. — P. 1907–1917.
18. Hepatitis C guidance: AASLD-IDSА recommendations for testing, managing, and treating adults infected with hepatitis C virus.// Hepatology Baltimore, Md.).— 2015. — Vol. 62, no. 3. — P. 932–954

© Мирхайдаров Равиль Шамилевич ( mira\_2002@mail.ru ), Кильдебекова Раушания Насгутдиновна ( bsmu-int@mail.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Башкирский государственный медицинский университет

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

## MODERN METHODS OF TREATMENT OF POST-TRAUMATIC PATHOLOGY OF THE SHOULDER JOINT

**A. Orleckiy  
D. Timchenko  
S. Krilov**

*Summary.* In connection with the relatively wide spread of posttraumatic pathology of the shoulder joint in modern traumatology, most attention is paid to the principles of treatment of this pathology, as well as methods of prevention. In our opinion, it is necessary to single out a group of people engaged in professional sports activities, as well as ballet dancers, since this category of people has significantly more significant physical exertion, as well as a forced excess of the normal amplitude of movements, including in the shoulder joint. As a result, prerequisites are created for traumatic changes in the shoulder joint. At the same time, timely and adequate treatment is the key to further, both social and physical well-being.

*Keywords:* shoulder joint, posttraumatic changes, principles of treatment.

**Орleckий Анатолий Корнеевич**

*Д.м.н., профессор, «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З. С. Мироновой*

**Тимченко Дмитрий Олегович**

*К.м.н., «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З. С. Мироновой*  
*d.o.timchenko@mail.ru*

**Крылов Сергей Валерьевич**

*Врач анестезиолог, «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З. С. Мироновой*

*Аннотация.* В связи с относительно широким распространением посттравматической патологии плечевого сустава в современной травматологии наибольшее внимание уделяется принципам лечения данной патологии, а также методам профилактики. На наш взгляд, необходимо выделить группу людей, занимающихся профессиональной спортивной деятельностью, а также артистов балета, так как у данной категории людей значительно чаще отмечаются значительные физические нагрузки, а также форсированное превышение нормальной амплитуды движений, в том числе и в плечевом суставе. В результате создаются предпосылки к травматическим изменениям плечевого сустава. В то же время, своевременное и адекватное лечение является залогом дальнейшего, как социального, так и физического благополучия.

*Ключевые слова:* плечевой сустав, посттравматические изменения, принципы лечения.

## Введение

**Н**а данный момент большое внимание обращает на себя спортивный травматизм. Так, по данным А. И. Мазур [3] частота травм в различных видах спорта составляет в среднем 2–7%. Из них на травмы верхних конечностей приходится 34,2%. Среди спортивных травм данной локализации значительную часть занимают вывихи плечевого сустава и разрывы вращающей манжеты плеча.

Травмы плечевого сустава ввиду анатомо-физиологических особенностей составляют значительную часть всех спортивных травм. Кроме того, необходимо также

отметить посттравматическую патологию плечевого сустава, так как в большинстве случаев в современной травматологии эффективность лечения данной патологии недостаточна, однако последствия посттравматических изменений значительно снижают качество жизни пациентов, а в ряде случаев являются и причиной утраты трудоспособности.

## Основная часть

На сегодняшний день большинство авторов сходятся во мнении, что консервативное лечение посттравматических патологических процессов плечевого сустава часто бывает малоэффективным. С точки зрения Р.П. Матвеева

и соавт. [4] неоперативные способы лечения в большей степени показаны только после первичного вывиха и должны сопровождаться правильной реабилитацией.

Согласно С. А. Ветошкину [2] в реабилитационный период травм плечевой области должны быть обязательно включены лечебно-физкультурные упражнения, направленные на восстановление нормальной амплитуды движений, укрепление динамических стабилизаторов плечевого сустава, мышечных стабилизаторов лопатки, и тренировки проприоцептивной чувствительности. При этом, возвращение пациентов к бытовой физической активности и к трудовой деятельности, не подразумевающей физические виды работ, возможно не ранее, чем через 3–4 месяца. С целью ограничения произвольных отводящих и наружных вращательных движений у спортсменов используют специальные ортопедические брейсы в сроки до 4 месяцев, а также адаптивные планы тренировочного процесса с учётом специфики того или иного вида спорта.

На сегодняшний день, согласно исследованиям Y.W. Known и соавт. [16] при отсутствии противопоказаний всем больным активного возраста с посттравматическими патологиями плечевого сочленения показано оперативное лечение. В тоже время, огромное количество пациентов с повреждениями плечевого сустава ограничивается амбулаторным лечением или же самолечением, не обращаясь в стационар. В ряде случаев это приводит к недооценке тяжести полученных повреждений и неполноценно проведенному реабилитационному лечению. Пациенты какое-то время мирятся с некоторыми ограничениями, болями, дискомфортом, тогда как патологические процессы значительно прогрессируют, приводя к выраженной дисфункции. Такие пациенты, как правило, обращаются за медицинской помощью уже с запущенными формами, требующими сложного и длительного лечения.

В сравнении с открытым оперативным вмешательством, артроскопия позволяет значительно увеличить прямую визуализацию структур сустава практически без повреждения мышц и сухожилий. В работе А. И. Брянской [1] рассматриваются результаты артроскопического лечения подростков, ведущих активный образ жизни, с посттравматической нестабильностью плечевого сустава. В результате исследования подчеркивается, что артроскопические операции оказались эффективны не только при лечении нестабильности, но и при других патологических состояниях плечевого сустава (повреждения с отрывом верхней части суставной губы, воспаления сухожилия длинной головки двуглавой мышцы, удаление внутрисуставных тел).

Кроме того, согласно А. Г. Симоняну [5] артроскопическое оперативное вмешательство может являться мето-

дом выбора не только при посттравматических осложнениях, но и при первичных повреждениях плечевого сустава. По данным автора, применение артроскопии в лечении первичных травматических вывихов раннего периода у молодых и физически активных пациентов, позволяет пациентам за меньший период времени возвратиться к начальному уровню физической активности. При этом, состояние плечелопаточных связок у больных с первичными травматическими вывихами плечевого сочленения значительно лучше, чем у больных с посттравматической нестабильностью. В результате, основной задачей артроскопического оперативного вмешательства у данных больных является повторная фиксация анатомически целой суставной губы, капсулы и связок, вместо реконструкции губы из дегенеративно-перерожденных мягких тканей, локализованных вокруг зоны отрыва фиброзной губы при хронической нестабильности плечевого сочленения.

По данным литературы, ранняя реставрация травмированных анатомических структур в плечевом суставе способствует более ранней реабилитации, сокращая сроки восстановления и возвращения к активному образу жизни у молодых пациентов. Качество жизни у таких пациентов достоверно улучшается по сравнению с больными, у которых проводится лишь консервативная терапия. Ранее наиболее популярными методиками были операции с использованием скоб или трансосальных швов. Использование скоб было разработано и внедрено L. Johnson в 1993 году. Данный исследователь был пионером в области артроскопии плечевого сустава, им же были разработаны основные принципы артроскопических доступов. Однако в дальнейшем хирурги стали сообщать о ряде осложнений, связанных с данной методикой: поломка, миграция фиксаторов, травматизация сустава [7].

По данным причинам R. В. Caspari и соавт. [10] была разработана техника артроскопического трансосального шва капсулы. Данная техника заключалась в том, что производилась декортикация передней поверхности суставной впадины лопатки. При этом шовные нити проводились через нижнюю плечелопаточную связку и капсулу сустава. Спицами просверливались каналы (в теле лопатки), которые выходили в области подостной ямки. В последующем нити по спицам выводились в подостную ямку, где через небольшой разрез завязывались. Однако из-за сложности данной методики, а также высокой доли неэффективности в послеоперационном периоде (у 40% больных вывих рецидивировал), были разработаны и широко внедрены в клиническую практику, так называемые якорные фиксаторы.

В настоящее время существуют разные типы фиксаторов (титановые, из полимолочной кислоты, без и с до-

бавлением трикальцийфосфата, из полиэфиркетона), отдаленные результаты применения которых не отличаются. При этом, в современной травматологии, золотым стандартом лечения повреждений Банкарта является восстановление переднего отдела капсулы при помощи якорных фиксаторов. Согласно последним исследованиям, артроскопические методики лечения нестабильности плечевого сустава с использованием якорных фиксаторов не уступают открытым способам и показывают схожие результаты, сопоставимый риск рецидива, процент возвращения к спортивной деятельности и риск развития остеоартроза. По данным отечественной литературы эффективность артроскопического лечения составляет более 90%. Повторные случаи возникновения нестабильности происходят менее чем в 10% случаев. Как правило, рецидивы ассоциированы с наличием значительных дефектов костной ткани плечевого сустава — суставной впадины лопатки и головки плечевой кости. Также, согласно исследователям, неудачные исходы лечения связаны с уменьшением прочностных и эластичных свойств образований из мягких тканей (суставного капсульно-связочного аппарата) [1,5].

Согласно исследованиям S. S. Burkhart и соавт. [9] артроскопическое восстановление повреждения Банкарта имеет весьма низкий риск рецидива вывиха, впрочем как и открытые пластические операции, в том числе у пациентов, активно занимающихся спортом (при отсутствии повреждения Хилл-Сакса и дефицита костной ткани суставной впадины). В то же время у пациентов с выраженными дефектами костной ткани выявлен повышенный риск рецидива нестабильности после операции (67% против 4%). В этих случаях авторы отмечают необходимость выполнения костно-пластических операций по восстановлению объема суставной поверхности лопатки.

S. H. Kim и соавт. [14] в своей работе проанализировали результаты лечения группы из 130 пациентов, которым выполнялась артроскопическая якорная фиксация повреждения Банкарта и выявили 4% случаев рецидивирующей нестабильности. Авторы отмечают дефицит костной ткани суставной впадины лопатки, как фактор риска рецидива нестабильности.

S. Hiroyuki и соавт. [12] проанализировали результаты лечения нестабильности плечевого сустава, сочетающейся с дефицитом гленоида, путем артроскопического шва переднего отдела капсулы сустава. Данный метод лечения был применен в 42 случаях, и показал хорошие результаты даже у пациентов с выраженным дефицитом костной ткани лопаточной впадины.

Некоторые исследователи отмечают, что артроскопические операции с использованием якорных фикса-

торов, выполненные по определенным показаниям, также эффективны в качестве повторного хирургического вмешательства у пациентов с рецидивирующей нестабильностью в послеоперационном периоде. В своем исследовании P. Voileau [8] проанализировал результаты лечения группы из 100 пациентов, которым выполнялось артроскопическое восстановление повреждений Банкарта. Средний срок наблюдения составил 3 года, а процент рецидива нестабильности — 15%. Автор отмечает зависимость рецидива от следующих факторов: наличие костных повреждений (дефицит гленоида и дефект Хилл-Сакса головки плечевой кости), количество используемых якорных фиксаторов, наличие синдрома гипермобильности.

Некоторыми исследователями предложен способ оценки риска рецидива нестабильности на основании предложенной шкалы ISIS (Instability Severity Index Score — индекс степени нестабильности). Данная шкала учитывает следующие факторы: возраст пациента, степень спортивной активности, наличие синдрома гипермобильности, костные дефекты суставной впадины и головки плечевой кости [14].

В других работах авторы проанализировали результаты артроскопического лечения передней нестабильности плечевого сустава и получили процент рецидива нестабильности, варьирующий от 4% до 19. В работе A. Isaaq и соавт. [13] на большой группе пациентов (n=503) проанализировали результаты артроскопического лечения и определили факторы, влияющие на рецидив нестабильности, который произошел в 13,2%. В результате, исследователями были выявлены следующие статистически достоверные факторы риска: возраст пациента, наличие повреждений Хилл-Сакса головки плечевой кости и костных дефектов суставной впадины лопатки.

Перспективным представляется исследование L. Pauzenberger и соавт. [Error: Reference source not found], в котором авторы предлагают анатомическое восстановление суставной впадины с помощью имплантированного J-образного аутоимпланта из гребня подвздошной кости как альтернативу широко применяемым в настоящее время методам реконструкции гленоида. В результате исследования, авторы приходят к заключению, что данный метод может обеспечивать надежную фиксацию и стабильность плечевого сустава. Кроме того, J-костный трансплантат является альтернативой используемых методов реконструкции гленоида, обеспечивая отличную фиксацию трансплантата и стабильность сразу после оперативного вмешательства.

Высокую эффективность при оперативных вмешательствах на плечевом суставе показала операция Latarjet. Суть данной операции заключается в перемеще-

нии клювовидного отростка лопатки с фиксированным сухожилием подлопаточной мышцы к области костного дефекта над передней частью суставной впадины. В результате выполняется замещение недостающей костной ткани, а перемещённая мышца берёт на себя функцию дополнительной преграды на пути дальнейших вывихов. Согласно современным данным, процент осложнений при использовании данного метода составляет менее 1%. Относительно низкий процент осложнений становится возможным благодаря следующим эффектам, которые достигаются при помощи операция Latarjet:

- ◆ осуществляется полное восстановление контактной поверхности суставной впадины;
- ◆ стабилизация плечевого сустава при отводящих и вращательных движениях верхней конечности осуществляется за счет соединенного сухожилия, усиливающего нижний и передне-нижний отдел суставной капсулы;
- ◆ выполняется полная реконструкция суставной капсулы [13].

Согласно J. Kukkonen и соавт. [15] высокой эффективностью артроскопическое лечение обладает и при разрывах ротаторной манжеты плеча. При этом, полное анатомическое восстановление вращательных мышц специалистами достигалось с помощью крепления неабсорбируемых титановых анкеров. Также дополнительно во всех случаях проводилась акромиопластика. В результате исследования, авторами было отмечено, что в послеоперационном периоде у 83% пациентов прошли болевые ощущения при движениях в плечевом суставе. Через год наблюдения у 91% пациентов полностью восстановился весь объём движений.

С появлением якорных фиксаторов началась эра артроскопического шва вращательной манжеты. Первоначально использовался однорядный шов. Якоря располагались в один ряд в сагитальной плоскости по наружному краю большого бугорка; количество якорных фиксаторов зависело от величины разрыва. Однако, несмотря на совершенствование якорных фиксаторов, после однорядного шва оставался довольно высокий процент повторных разрывов. I. K. Lo и S. S. Burkhart впервые описали двухрядный шов. Данный шов состоит из двух медиальных якорных фиксаторов, располагающихся по краю суставной поверхности, при этом используется матрасный шов. Два якоря устанавливаются латеральнее, по наружному краю большого бугорка и используется простой шов. Биомеханические исследования показали, что двухрядный шов прочнее на разрыв в сравнении с однорядным [9].

В 2012 году R. Garofalo с соавторами [11] описал артроскопический чрескостный шов вращательной манжеты. При этом при помощи специального направителя в головке плечевой кости просверливаются два парал-

лельных канала, через которые проводятся полиэфирные нити, при помощи которых ушивается дефект сухожилий. Данная техника объединяет положительные стороны «золотого» стандарта чрескостного шва из мини-доступа и артроскопии.

## Заключение

Интерес к артроскопическому лечению нестабильности плечевого сустава возник вследствие неэффективности консервативных методов лечения и большого числа осложнений открытых оперативных методик (скованность сустава, грубый косметический эффект, выраженный болевой синдром в послеоперационном периоде, технические трудности, большая затрата времени на операцию). Артроскопическое лечение является менее затратным методом по времени для хирурга и менее травматичными для больного, в связи с чем обеспечивает значительное сокращение койко-дней после оперативного вмешательства. Артроскопические операции в долгосрочной перспективе обеспечивают всю полноту движений при меньшем периоде реабилитации, что является особенно важным для спортсменов и лиц, привыкших к активным физическим нагрузкам. В сравнении с открытым оперативным вмешательством, артроскопия позволяет значительно увеличить прямую визуализацию структур сустава практически без повреждения мышц, нервов и сухожилий. Кроме того, ряд исследований указывают на то, что рецидивы после артроскопических вмешательств встречаются относительно редко. К факторам риска развития рецидивов большинство авторов относят наличие костных дефектов в суставной впадине и головке плечевой кости, возраст, сопутствующие диффузные заболевания соединительной ткани (синдромы Марфана и гипермобильности). Однако разработки в области артроскопической аутопластики позволяют в значительной мере устранять данные факторы риска, что становится возможным благодаря возможности подбирать размер и форму костного аутоаутопластата. Артроскопическая аутопластика позволяет максимально точно реконструировать нормальную анатомию поврежденной суставной впадины и эффективно восстановить стабильность плечевого сочленения. Продолжаются дальнейшие разработки в оперативной технике при патологии плечевого сустава. Одним из наиболее эффективных оперативных методов на сегодняшний день является операция Latarjet (менее 1% осложнений). Такая высокая эффективность достигается благодаря нескольким эффектам, среди которых необходимо отметить полное восстановление контактной поверхности суставной впадины, стабилизацию плечевого сустава и полное восстановление капсулы. Совершенствование артроскопических методик направлено на создание прочного и анатомически точного восстановления сухожилия. Данным характеристикам наиболее полно соответствуют двухрядный якорный и чрескостный шов.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Брянская А. И. Опыт лечения заболеваний плечевого сустава методом артроскопии у подростков / А. И. Брянская [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. — 2016. — Т. 4, № 2. — С. 12–15.
2. Ветошкин С. А. Профилактика и лечение первичного вывиха плеча: диссертация кандидата медицинских наук. — Прокопьевск, 1993. — 106 с.
3. Мазур А. И. Эпидемиология спортивного травматизма в аспекте медицинской реабилитации / А. И. Мазур // Медицинские новости. — 2012. — № 11. — С. 46–50.
4. Матвеев Р. П. Анализ результатов лечения первичного травматического вывиха плеча / Р. П. Матвеев, В. А. Асланов // Травматология и ортопедия России. — 2011. — № 1. — С. 96–100.
5. Симонян А. Г. Повреждения Банкарта у пациентов с первичным травматическим вывихом плеча / А. Г. Симонян // Хирургическая практика. — 2016. — № 1. — С. 23–26.
6. Тихилов Р. М. Отдаленные результаты артроскопического лечения рецидивирующей нестабильности плечевого сустава, причины неудачных исходов / Р. М. Тихилов [и др.] // Травматология и ортопедия России. — 2011. — № 1. — С. 5.
7. Хасаншин М. М. Лечение пациентов с передней посттравматической нестабильностью плечевого сустава с применением артроскопических технологий. Автореф. дис. канд. мед. наук. — М., 2014. — 52 с.
8. Boileau P. Risk Factors for Recurrence of Shoulder Instability After Arthroscopic Bankart Repair / P. Boileau [et al.] // The journal of bone and joint surgery. — 2006. — Vol. 88. — P. 1755–1763.
9. Burkhart S. S. The Burden of Craft in Arthroscopic Rotator Cuff Repair: Where Have We Been and Where We Are Going / S. S. Burkhart // Am J Orthop. — 2015. — Vol. 44. — P. 353–358.
10. Caspari R. B. Arthroscopic reconstruction of the shoulder / R. B. Caspari, F. H. Savoie // Operative Arthroscopy. — 1991. — Vol. 24. — P. 507–515.
11. Garofalo R. Arthroscopic transosseous (anchorless) rotator cuff repair / R. Garofalo [et al.] // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. — 2012. — Vol. 20. — P. 1031–1035.
12. Hiroyuki S. Arthroscopic Osseous Bankart Repair for Chronic Recurrent Traumatic Anterior Glenohumeral Instability / S. Hiroyuki [et al.] // The Journal of Bone & Joint Surgery. — 2015. — Vol. 87. — P. 78–90.
13. Issaq A. Arthroscopic Bankart repair and capsular shift for recurrent anterior shoulder instability / A. Issaq [et al.] // J Bone Joint Surg Am. — 2012. — Vol. 94. — P. 1308–1315.
14. Kim S. H. Arthroscopic Stabilization for Recurrent Shoulder Instability With Moderate Glenoid Bone Defect in Patients With Moderate to Low Functional Demand. Arthroscopy / S. H. Kim [et al.] // The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. — 2014. — Vol. 30. — P. 921–927.
15. Kukkonen J. Operatively treated traumatic versus non-traumatic rotator cuff ruptures: a registry study / J. Kukkonen [et al.] // Ups J Med Sci. — 2013. — Vol. 118. — P. 29–34.
16. Kwon Y. W. Kinematic analysis of dynamic shoulder motion in patients with reverse total shoulder arthroplasty / Y. W. Kwon [et al.] // J Shoulder Elbow Surg. — 2012. — Vol. 21. — P. 1184–1190.
17. Pauzenberger L. Biomechanical Evaluation of Glenoid Reconstruction With an Implant-Free J-BoneGraft for Anterior Glenoid Bone Loss / L. Pauzenberger [et al.] // Am J Sports Med. — 2017. — Vol. 363 — P. 54–65.

© Орлецкий Анатолий Корнеевич, Тимченко Дмитрий Олегович (d.o.timchenko@mail.ru), Крылов Сергей Валерьевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## НАШИ АВТОРЫ    OUR AUTHORS

**Ahmedov Ja.** — Dagestan State Medical University  
(Makhachkala)

**Akimov D.** — Moscow Technological University (MIREA)  
akimovdmritri@gmail.com

**Atabaev I.** — Osh State University

**Ataev M.** — Dagestan State Medical University  
(Makhachkala)  
amrg56@mail.ru

**Belov G..** — Doctor of Medicine, Professor, Head. chair Osh  
State University

**Danishchuk O.** — «Danishchuk Clinic»

**Demina O.** — Candidate of Medical Sciences, Associate  
Professor, FBU «Federal Scientific Clinical Center of Pediatric  
Hematology of Oncology and Immunology named  
after Dmitry Rogachev» Ministry of Health of Russia,  
«Danishchuk Clinic»  
demina.om@mail.ru

**Dyatchenkova A.** — Moscow Technological University  
(MIREA)  
futurama\_07@bk.ru

**Gadzhieva L.** — Dagestan State Medical University  
(Makhachkala)  
leila5379@gmail.com

**Gamov V.** — Candidate of military science, Joint-stock  
company « Research-and-development and pilot-  
and-experimental center of intellectual technologies  
«Petrokometa» PLC. Rostec Corporation, St. Petersburg,  
Russian Federation  
gamov.vladislav@gmail.com

**Gusev A.** — Perm State National Research University  
alguseval@mail.ru

**Gusev M.** — LG Electronics Inc., St-Petersburg, Russia

**Guz E.** — «Danishchuk Clinic»

**Kaipova A.** — Therapist, graduate student of Osh State  
University

**Karpova E.** — Doctor of Medical Sciences, FGBOU VO  
«Russian National Research Medical University. N.I. Pirogov  
«of the Ministry of Health of Russia, «Danishchuk Clinic»

**Kasparov E.** — Doctor of medical Sciences, Professor,  
Director of Institute of medical problems of the North, FITS  
KSC SB RAS

**Kildebekova R.** — Doctor of Medical Sciences, Professor of  
the Bashkir State Medical University  
bsmu-int@mail.ru

**Knyazeva N.** — Candidate of technical sciences,  
associate professor of the Moscow State University Of Civil  
Engineering (National Research University)  
nknyazeva@mgsu.ru

**Kozaeva M.** — Candidate of Agricultural Sciences,  
Senior Researcher, FGBIC «FIC named after I.V. Michurin»;  
Selective-genetic center-All-Russian Scientific Research  
Institute of Genetics and Selection of Fruit Plants named  
after I.V. Michurin  
kazaevami1966@yandex.ru

**Krilov S.** — The doctor anesthesiology, National medical  
research center of traumatology and orthopedics named  
after N. N. Priorov» of the Ministry of health of the Russian  
Federation; The centre of sports and ballet injuries and  
rehabilitation of them. Z. S. Mironova

**Leonova O.** — Tambov regional clinical dental clinic;  
Tambov state University. G. R. Derzhavin

**Magomedova A.** — Dagestan State Medical University  
(Makhachkala)

**Mal'chevskij Ju.** — Candidate of medical Sciences, senior researcher, Institute of medical problems of the North, FITS KSC SB RAS  
malchevskiy@mail.ru

**Mamasheva G.** — Dagestan State Medical University (Makhachkala)  
g-mamasheva@mail.ru

**Marchenko A.** — Postgraduate, Rostov State University of Economics  
Thevanila@mail.ru

**Miklyaev S.** — Voronezh state medical University n. a. N. N. Burdenko; Tambov regional clinical dental clinic; Tambov state University. G. R. Derzhavin  
miklaev@mail.ru

**Mirkhaydarov R.** — Candidate of Medical Sciences, Reflexotherapist, Medical research and health center «Health and Longevity», Republic of Bashkortostan, Ufa  
mira\_2002@mail.ru

**Mugutdinova A.** — Dagestan State Medical University (Makhachkala)

**Okunев A.** — Perm State National Research University  
alexander2510@mail.ru

**Orleckiy A.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, National medical research center of traumatology and orthopedics named after N. N. Priorov» of the Ministry of health of the Russian Federation; The centre of sports and ballet injuries and rehabilitation of them. Z. S. Mironova

**Pahomov M.** — LG Electronics Inc., St-Petersburg, Russia

**Pyatakovich V.** — Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Chief of the Research Laboratory of the Pacific Higher Naval College named after S.O. Makarov  
pva.877com@mail.ru

**Ragimov A.** — Doctor of medical Sciences, Professor, head of Department of «Anesthesiology and reanimatology, medical faculty» IAT First MSMU n. a. I. M. Sechenov, head of Laboratory Hemotransfusions complex

**Rogulin R.** — Graduate student, Far Eastern Federal University  
rafassiaofusa@mail.ru

**Rozhnov V.** — LG Electronics Inc., St-Petersburg, Russia

**Rybak V.** — PhD, professor's assistant, Belarusian state academy of telecommunications, Belarus, Minsk  
6774338@tut.by

**Sachkov V.** — Moscow Technological University (MIREA)  
megawatto@gmail.ru

**Sulaiman K.** — PhD, Trainee, Belarusian state university informatics and radioelectronic, Belarus, Minsk

**Sushchenko A.** — Tambov state University. G. R. Derzhavin

**Timchenko D.** — Candidate of medical Sciences, National medical research center of traumatology and orthopedics named after N. N. Priorov» of the Ministry of health of the Russian Federation; The centre of sports and ballet injuries and rehabilitation of them. Z. S. Mironova  
d.o.timchenko@mail.ru

**Tolokonnikov I.** — LG Electronics Inc., St-Petersburg, Russia  
mikhail.gusev@lge.com

**Treschalov N.** — LG Electronics Inc., St-Petersburg, Russia

**Vasilenko A.** — Candidate of Engineering Sciences, Researcher of the Research Laboratory of the Pacific Higher Naval College named after S.O. Makarov  
kahunya@gmail.com

**Yurkova O.** — Ph.D., Associate Professor, FGBOU VO «Bryansk State Engineering and Technology University»  
yurkova\_olga@mail.ru

**Zakhra G.** — Postgraduate student of Belarusian state university informatics and radioelectronic

## Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

### **За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

### **Правила оформления текста.**

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

### **Правила написания математических формул.**

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

### **Правила оформления графики.**

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» ( e-mail: [redaktor@nauteh.ru](mailto:redaktor@nauteh.ru) ).