

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 1 2018 (ЯНВАРЬ)

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
<http://www.nauteh-journal.ru>
<http://www.vipstd.ru/nauteh>

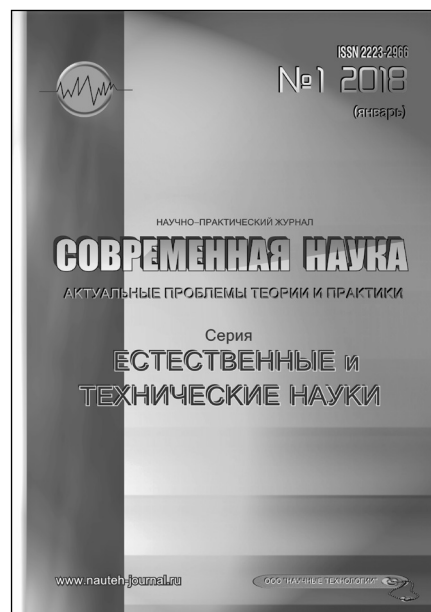
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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 29.01.2018 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.



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

- Карпова Е.А., Фершалова Т.Д., Якимова Ю.Л.** — Содержание флавоноидов и антимикробные свойства листьев некоторых видов рода *Begonia*
- Karpova E., Fershalova T., Yakimova Yu.* — Flavonoid content and antimicrobial properties of leaves of some *Begonia* species 5

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- Войнов К.Н., Гхеллаб Яхья, Васильев В.А.** — Методика технической диагностики окружающей среды в условиях её загрязнения автомобильными газами
- Voinov K., Ghellab Yahia, Vasil'ev V.* — Method of technical diagnostics of the environment under the conditions of its pollution by automotive gases 11

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Арунянц Г.Г., Бадаян А.Р.** — Особенности реализации программного комплекса РРБ-01 автоматизированного управления ресурсами банка на основе идентификации факторов риска
- Arunyants G., Badeyan A.* — Features of realization of the program complex РРБ-01 of automated management of resources of bank on the basis of identification of risk factors 15
- Зьонг Динь Ту** — Общие оценки эффективности управления технологическим процессом производства сборного железобетона в условиях переменного спроса
- Duong Dinh Tu* — Management effectiveness evaluation of the precast concrete production process in the conditions of fluctuating demand 21

- Костиков Ю.А., Павлов В.Ю., Романенков А.М., Терновсков В.Б.** — Модель графического представления информации в программном комплексе обработки экспериментальных данных
- Kostikov Yu., Pavlov V., Romanenkov A., Ternovskov V.* — Model of graphical representation of information in the software package for processing experimental data 27

- Ксенофонтов Д.А.** — Оценка эффективности сети доступности системы связи с учетом информационных ресурсов
- Xenofontov D.* — Evaluation of the effectiveness of network system availability with regard to information resources 34

- Побережная О.О., Зотов В.А., Асмедьянов Н.Р., Плегунова С.И.** — Предоперационное математическое моделирование кожного чехла при периареолярной аугментационной мастопексии
- Poberezhnaya O., Zotov V., Asmedianov N., Plegunova S.* — Preoperative mathematical modeling of the skin cover with peri-aureolar augmentation mastopexy 40

- Попов Г.А., Корнеев М.И.** — Метод адаптивного регулирования уровня контрастности цифрового изображения при подготовке его к распознаванию
- Popov G., Korneev M.* — Method of adaptive regulation of digital image contrastity level at its preparation for recognition 48

- Прусс Б.Н., Романов В.А.** — Разработка программного обеспечения статистического контроля точности обработки заготовок из древесных материалов
- Pruss B., Romanov V.* — The development of the software for statistic quality control of the accuracy of treatment of training from wood materials 54

- Ту Раин** — Управление движением роботоманипулятором на основе нечеткой логики
- Thu Rain* — Fuzzy-based control of robot manipulator 61

- Укуев Б.Т.** — Концептуальная модель единой информационной базы научных исследований ВУЗа
Ukuev B. — Conceptual model of uniform information base of scientific research of higher education institution 68

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

- Атаева З.Н., Кудаев М.Т., Шамилова С.Г., Гаджиева Т.А.** — Применение азилсартана медоксамила (эдарби) при артериальной гипертензии
Ataeva Z., Kudaev M., Shamilova S., Gadzhieva T. — Application azilsartan medoxomil (edarbi) in hypertension 72

- Бердников А.В., Бурмистров М.В.** — Эзофагеальный измерительный зонд для проведения операций фундопликации
Berdnikov A., Burmistrov M. — Ezophageal measuring probe for conducting operations of the fundoplication 76

- Волошин В.П., Шевырев К.В., Симаков А.Ю.** — Анализ применения различных методик лечения внутрисуставных переломов пяточной кости
Voloshin V., Shevyrev K., Simakov A. — Analysis of application of various methods of treatment of articular fractures of the calcaneus 80

- Дрожжин Е.В., Кательницкий И.И., Зорькин А.А., Мазайшвили К.В.** — Тромбоциты и тромбоцитарно/лимфоцитарное соотношение, как диагностические и прогностические критерии исхода реваскуляризации у больных с синдромом критической ишемии нижних конечностей
Drozhdin E., Katelnitskiy I., Zorkin A., Mazaishvili K. — Platelets and platelet/lymphocyte ratio as diagnostic and prediction criteria of revascularization outcomes in critical limb ischemia patients 83

- Корягина Н.А., Мелехова О.Б., Шадрин А.А., Прохоров К.В.** — Показатели суточного мониторинга у женщин трудоспособного возраста с ишемической болезнью сердца
Koriagina N., Melekhova O., Shadrin A., Prokhorov K. — Evaluation of daily monitoring in women with ischemic heart disease 88

- Костава Т.В.** — Лечение частичных повреждений передней крестообразной связки плазмой, обогащенной тромбоцитами
Kostava T. — Treatment of partial injuries of the anterior cruciate ligament with plasma enriched in platelets 92

- Куракин Э.С.** — Актуальные проблемы диагностики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в системе эпидемиологического контроля лечебных организаций
Kurakin E. — Topical problems of diagnostics of infections associated with health care delivery in the system of epidemiological surveillance medical organizations 95

- Мохаммад А.А., Акиншин И.И., Синельникова Е.В., Часнык В.Г.** — Сонографическая оценка давления в малом круге кровообращения у новорожденных детей
Mohammad A., Akinshin I., Sinelnikova E., Chasnyk V. — Sonographic evaluation of pressure in a small circle of blood circulation in newborns 100

- Тырнов П.В., Левин А.В.** — Сравнительный анализ применения классической иглорефлексотерапии и иглоукалывания в микроакупунктурные зоны кистей и стоп по Ф.Б. Кандарову в комплексном лечении пациентов с остеоартрозом коленных суставов
Tyrnov P., Levin A. — A comparative analysis of the application of classical acupuncture with acupuncture in microacupuncture zones of the hands and feet for F. B. Kandarov in the complex treatment of patients with osteoarthritis of the knee 105

ИНФОРМАЦИЯ

- Наши авторы. Our Authors 110
 Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 112

СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ И АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЛИСТЬЕВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА BEGONIA

FLAVONOID CONTENT AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF LEAVES OF SOME BEGONIA SPECIES

*E. Karpova
T. Fershalova
Yu. Yakimova*

Summary. Flavonoid content, including exudative flavonoids, in leaves, and antimicrobial activity of leaf exudates of three *Begonia* species were studied. Flavonoid contents in exudates of leaves were 106.2; 12.3 and 13.1 $\mu\text{g/g}$ of dry weight for *B. grandis*, *B. fischeri* and *B. malabarica*, respectively, which were 0.04, 0.27 and 2.07% of the total flavonoid contents in the leaves. The exudate of the leaves of *B. fischeri* contained significant contents of hyperoside and isoquercitrin showed activity against one of six test strains (*Bacillus subtilis*). The exudate of the leaves of *B. malabarica* with minute amounts of isovitexin, hyperoside and 3 unusual aglycons showed activity against two test strains (*Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*). Antimicrobial properties was shown to associate with the presence of O-glycosides and unusual flavonoid aglycones that forms the basis for prediction of antimicrobial properties of introduced species.

Keywords: antimicrobial activity, *Begonia malabarica*, *Begonia fischeri*, flavonoids, leaf exudate.

Карпова Евгения Алексеевна

К.б.н., ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск
karyevg@mail.ru

Фершалова Татьяна Дмитриевна

К.б.н., ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск

Якимова Юлия Леонидовна

ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», Новосибирск

Аннотация. Изучено содержание флавоноидов листьев, в том числе эксудативных флавоноидов, трех видов рода *Begonia* L., определена антимикробная активность эксудатов листьев. Содержание флавоноидов в эксудатах листьев составляло 106,2; 12,3 и 13,1 мкг/г абсолютно сухой массы у видов *B. grandis*, *B. fischeri* и *B. malabarica*, соответственно, что составляло 0,04; 0,27 и 2,07% от общего содержания флавоноидов в листьях. Активность в отношении одного тест-штамма (*Bacillus subtilis*) проявил эксудат листьев *B. fischeri*, содержащий значительное количество гиперозида и изокверцитрина. Активность в отношении двух из шести тест-штаммов микроорганизмов (*Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*) проявил эксудат листьев *B. malabarica*, в составе которого в незначительных количествах присутствовали изовитексин, гиперозид и нетипичные агликоновые компоненты. Показано, что наличие антимикробных свойств связано с содержанием O-гликозидов и нетипичных агликонов флавоноидов, что создает основу для прогноза антимикробных свойств интродуцентов.

Ключевые слова: антимикробная активность, *Begonia malabarica*, *Begonia fischeri*, флавоноиды, эксудаты листьев.

Введение

В последние годы возрастает интерес к природным целительным веществам и препаратам, главными достоинствами которых являются низкая токсичность при достаточно высокой эффективности и широкий спектр терапевтического действия. Препараты из растений создают основу фармакологии здорового человека, цель которой — создание лекарств для повышения адаптации и работоспособности здоровых людей [1]. Перспективы этого направления в огромной степени связаны с флавоноидами — полифенольными соединениями, составляющими обширную группу вторичных метаболитов растений. Структурное разнообразие флавоноидов представляет возможности для создания препаратов с широким диапазоном лечебного и оздоровительного воздействия [2].

Растения из рода *Begonia* традиционно не рассматривались как лекарственные, несмотря на использование их в качестве источников дополнительного питания

и средств народной медицины в местах естественного произрастания (Китай, Америка, Новая Гвинея) [3,4]. С каждым годом возрастает интерес к представителям этого рода как источникам биологической активности [5,6]. Показаны антимикробные свойства интактных растений и экстрактов из них в отношении грамположительных и грамотрицательных тест-объектов (в том числе *Pseudomonas aeruginosa*) и *Candida albicans*. Экстракты листьев *B. bowerae*, *B. heracleifolia* var. *nigricans* и *B. 'Erythrophylla'* с наиболее широким спектром антимикробного действия были предложены в качестве источников для получения антимикробных препаратов [7].

Однако химический состав растений этого рода исследован недостаточно, особенно если принять во внимание его большой объем и значительное биологическое разнообразие (более 1000 видов, 63 секции) [8]. В листьях и цветках представителей рода *Begonia* обнаружены кверцетин, кемпферол, лютеолин, их O- и C-гликозиды (рутин, кверцитрин, изокверцитрин, астрагалин, цинарозид, ориентин) и метилированные производные (изорамнетин, изокемп-

ферид, 3, 7, 3'-триметилловый эфир кверцетина), витексин, изовитексин, госсипетин [9, 10].

Нами в листьях 5 видов и культиваров *Begonia* американского происхождения (*B. fischeri* Schrank var. *palustris* (Benth) Irmsch., *B. bowerae* Ziesenh. var. *major* R. Ziesenh., *B. carolineifolia* Reg., *B. heracleifolia* Schlecht. et Cham. var. *nigricans* Hook., *B. 'Erythrophylla'*) выявлены гликозиды кверцетина (гиперозид, изокверцитрин), кемпферола, лютеолина, витексин и изовитексин. Спектр антимикробной активности у таксонов с высоким содержанием О-гликозидов кверцетина был шире, чем у таксонов с преобладанием гликозилфлавонов [11].

Выраженная антимикробная активность интактных растений из рода *Begonia* свидетельствует о наличии соединений, секретируемых на поверхность листьев (экссудатов). В последние десятилетия растет интерес к исследованию таких компонентов, главной физиологической ролью которых является защита растений от неблагоприятных биотических и абиотических факторов [12]. Было установлено, что в поверхностных структурах листа локализованы липофильные флавоноиды (агликоны и их метиловые эфиры), терпеноиды, фенолкарбоновые кислоты различной структуры [13, 14]. В многочисленных исследованиях доказана таксонспецифичность этих соединений [15]. Однако данные о количественной оценке секретируемых компонентов немногочисленны [16]. Мы не обнаружили также сведений о влиянии типа экстрагента и условий экстракции на полноту извлечения компонентов экссудатов и состав полученных экстрактов, а также о составе соединений листовой поверхности у представителей рода *Begonia*.

В коллекции Центрального сибирского ботанического сада представлено около 100 таксонов *Begonia* различного географического происхождения. Особого внимания заслуживает вид *B. grandis* Dryander — единственный представитель рода *Begonia*, встречающийся в суббореальных летнезелёных лесах [17], в отличие от большинства представителей рода, в естественных условиях обитающих в тропической и субтропической зонах. Это позволяет выращивать растения этого вида в летний период не только в оранжерее, но и в открытом грунте.

Цель исследования

Изучение состава и содержания флавоноидов, в том числе экссудативных, и антимикробной активности экссудатов листьев растений из рода *Begonia*.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись листья растений 3 видов и культиваров различного географического проис-

хождения и таксономической принадлежности: *Begonia grandis* Dryand. (Китай, Япония, секция *Diploclinium*), *Begonia fischeri* Schrank (Центральная и Южная Америка, секция *Begonia*), *Begonia malabarica* Lam. (Индия, Шри-Ланка, секция *Haagea*).

Образцы для исследования флавоноидов представляли собой средние пробы, состоящие из фрагментов центральной части (между крупными жилками) вызревших листьев среднего яруса, не имеющих повреждений, отобранных с 5–10 растений. Листья для анализа собирали в фазе цветения в первой половине дня в двух повторностях с перерывом в 2 недели.

Соединения поверхности листьев (экссудаты) экстрагировали короткой обработкой ацетоном в течение нескольких минут [18]. Объединенный экстракт концентрировали при комнатной температуре до объема 1 мл и использовали для определения содержания флавоноидов и антимикробной активности.

Состав и содержание флавоноидов листьев изучали до и после гидролиза водно-спиртовых экстрактов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с помощью жидкостного хроматографа «Agilent 1200» с диодноматричным детектором и системы для сбора и обработки хроматографических данных «ChemStation» [19].

Показатели определяли в трехкратной повторности. Для каждого показателя вычисляли среднее арифметическое и стандартную ошибку среднего арифметического из показателей двух дат взятия образцов [20].

Антимикробную активность экссудатов листьев оценивали методом стерильных дисков диаметром 5 мм на среде МПА и агаре Сабуро (для *Candida albicans*), измеряя диаметр зон ингибирующего действия в отношении засеянной газонот тест-культуры. В качестве тест-культур использовали эталонные штаммы Американской коллекции типовых культур (ATCC): *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-P, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Candida albicans* ATCC 10231 и Национальной коллекции типовых культур (NCTC, London): *Alcaligenes faecalis* NCTC415. Объем экссудата, наносимого на диск, составлял 10 мкл. В качестве отрицательного контроля использовали 70% этанол, в качестве положительного контроля — ципрофлоксацин 5 мкг и нистатин 80 мкг.

Результаты исследования

Состав флавоноидов листьев у исследованных видов был близким по общему спектру. Флавоноиды представляли значительную часть фенольных комплексов. В листьях

Таблица 1. Характеристика состава фенольных соединений листьев исследованных видов

Вид	Число компонентов		Основные компоненты	Агликоны флавоноидов	Содержание (мг/г абсолютно сухой массы листьев)				
	Ph	F			Ph	F	Q	K	L
<i>B. grandis</i>	22	14	Ориентин	Кверцетин, кемпферол, лютеолин	23,4	12,0	0,47	0,45	0,1
<i>B. fischeri</i>	18	9	Гиперозид, изокверцитрин	Кверцетин	11,8	4,4	0,02	0,0	0,0
<i>B. malabarica</i>	29	7	Фенолкарбоновые кислоты	Кверцетин, кемпферол, лютеолин	6,1	0,6	0,03	0,0	0,0

Условные обозначения: Ph — фенольные соединения, F — флавоноиды, Q — кверцетин, K — кемпферол, L — лютеолин.

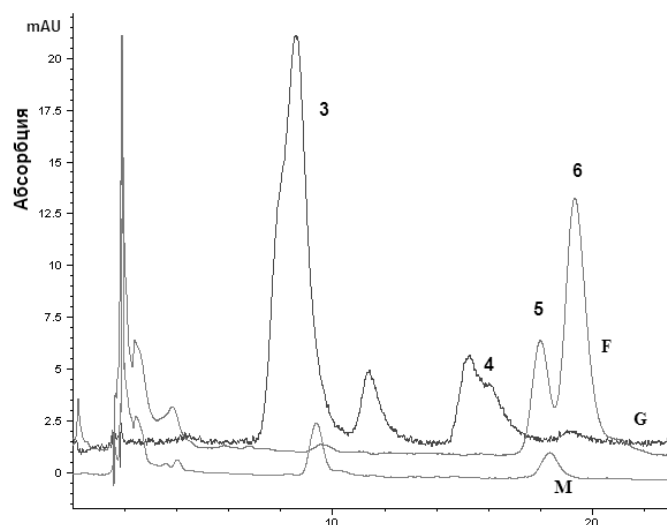


Рис. 1. Фрагменты хроматограмм водно-спиртовых экстрактов листьев *B. grandis* (G), *B. fischeri* (F) и *B. malabarica* (M) (режим 1, детектирование при 350 нм). Условные обозначения: 3 — ориентин, 4 — изовитексин, 5 — гиперозид, 6 — изокверцитрин.

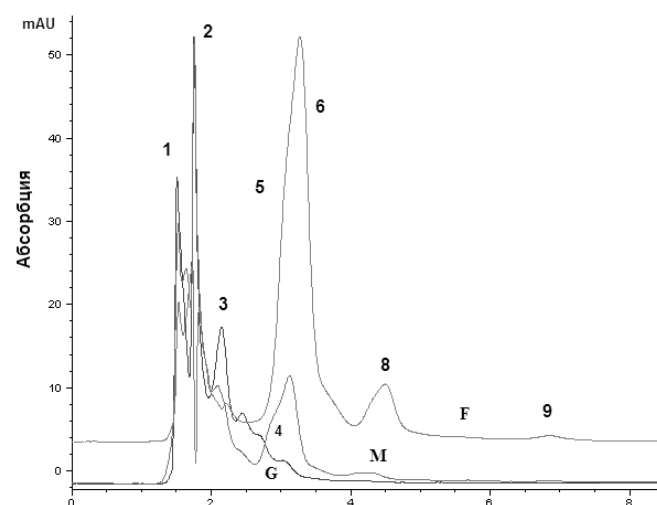


Рис. 2. Фрагменты хроматограмм компонентов экссудатов листьев *B. grandis* (G), *B. fischeri* (F) и *B. malabarica* (M) (детектирование при 350 нм). Условные обозначения: 1, 2 — фенолкарбоновые кислоты, 3 — ориентин, 4 — изовитексин, 5 — гиперозид, 6 — изокверцитрин, 8 — компонент 8 ($t_r = 4,3$ мин), 9 — кверцетин.

B. grandis и *B. fischeri* число флавоноидных соединений составляло около половины, а в листьях *B. malabarica* — четверть от общего числа соединений (табл. 1).

Флавоноиды были главными компонентами в листьях *B. grandis* и *B. fischeri*, в отличие от *B. malabarica*. Содержание их в общем содержании фенольных соединений у *B. grandis* и *B. fischeri* достигало 30–50%, а у последнего вида — менее 10%. При этом у *B. grandis* преобладал гликозилфлавоноид ориентин, а у *B. fischeri* — О-гликозиды флавоноидов гиперозид и изокверцитрин (рис. 1).

Таким образом, исследованные виды значительно различаются по содержанию флавоноидов листьев и основным флавоноидным компонентам. Вид *B. grandis* от-

личается высоким содержанием фенольных соединений (более 2%) и флавоноидов (более 1%).

Компоненты экссудатов листьев проявляли спектральные свойства, характерные для фенолкарбоновых кислот и гликозидов флавонолов. Агликоны флавоноидов и флавоноидов найдены в минимальных количествах (рис. 2, табл. 3).

Различия в главных компонентах экссудатов в целом соответствовали различиям в суммарном составе фенольных соединений листьев. В экссудате листьев *B. grandis* преобладал ориентин, в экссудате *B. fischeri* доминировали О-гликозиды гиперозид и изокверцитрин, а в экссудатах *B. malabarica* — фенолкарбоновые кислоты. Изовитексин и гиперозид в определенном количестве

Таблица 2. Краткая характеристика состава экссудатов листьев исследованных видов

Вид	№ компонента	T r, мин	λ_{max}	Содержание, мкг/г	R, %
B. grandis	1	1,5	255	4,2±0,9	-
	2	1,7	270	4,3±1,0	-
	Ориентин	2,1	255, 267, 350	2,6±0,8	0,04±0,01
	Изовитексин	3,2	270, 340	1,1±0,4	0,02±0,008
	5	4,3	250, 300 пл., 360	0,6±0,03	-
	Кверцетин	6,7	255, 307 пл., 370	8,1±0,8	0,007±0,0002
Общее содержание фенольных соединений				184,1±13,2	0,08±0,02
Общее содержание флавоноидов				106,2±11,1	0,04±0,01
B. fischeri	1	1,5	255	2,2±0,32	-
	2	1,7	325	2,3±0,28	-
	Ориентин	2,1	255, 267, 350	1,2±0,02	2,64±0,5
	Гиперозид	3,2	257, 362	2,7±0,9	0,30±0,09
	Изокверцитрин	3,4	255, 360	3,6±0,5	0,16±0,03
	5	4,2	270, 300 пл., 360	0,9±0,1	-
	Кверцетин	6,7	255, 307 пл., 370	0,2±0,05	1,15±0,3
	Кемпферол	10,9	267, 294 пл., 325 пл., 365	0,2±0,04	-
Общее содержание фенольных соединений				18,4±3,9	0,16±0,05
Общее содержание флавоноидов				12,3±1,9	0,27±0,06
B. malabarica	1	1,5	270	18,2±1,06	-
	2	1,7	290	4,2±0,5	-
	3	2,1	270	11,9±1,8	-
	Изовитексин	3,0	270, 340	1,7±0,4	3,7±0,9
	Гиперозид	3,2	257, 362	2,9±0,5	1,38±0,33
	5	4,2	250, 300 пл., 360	2,1±0,2	-
	Кверцетин	6,7	255, 307 пл., 370	0,2±0,01	0,51
	Лютеолин	8,8	255, 347	1,1±0,01	-
	9	14,2	255, 350	0,1±0,03	-
	10	15,4	250, 340	0,11±0,04	-
	11	17,5	270, 350	0,73±0,04	-
Общее содержание фенольных соединений				62,5±7,6	1,02±0,2
Общее содержание флавоноидов				13,1±1,1	2,07±0,3

Условные обозначения: t_r — время удерживания; R — доля компонента экссудата от его общего содержания в листьях. Короткий прочерк в графе означает отсутствие расчета для неидентифицированных компонентов, длинный прочерк — отсутствие сигнала компонента на хроматограммах экстракта листьев.

был обнаружен также в экссудате листьев *B. malabarica* (табл. 2).

Экссудат листьев *B. grandis* характеризовался максимальным содержанием фенольных соединений и флавоноидов. Минимальное содержание этих компонентов найдено в экссудате *B. fischeri*.

Содержание флавоноидов в экссудатах *B. fischeri* и *B. malabarica* было практически одинаковым, но состав соединений различался. Помимо изовитексина в экссудате *B. malabarica* в значительном количестве был обнаружен лютеолин и флавоноиды 9, 10 и 11, которые в соответствии со временем удерживания и спектральными характери-

стиками могут быть отнесены к метилированным флавонам и флавонолам. Суммарное их содержание достигало 1%.

Величины доли флавоноидных компонентов, экскретируемых на поверхность клетки, от их общего содержания в листе у видов *B. fischeri* и *B. malabarica* были на порядок и два порядка выше (0,27 и 2,07% соответственно), чем у *B. grandis* (0,04%). Таким образом, экскреция на поверхность листьев у первых двух видов была более интенсивной по сравнению с *B. grandis*.

Антимикробные свойства ацетоновых экстрактов экссудативных соединений листьев у видов также имели

Таблица 3. Антимикробная активность ацетоновых экстрактов
экссудативных соединений листьев исследованных видов

Вид	Содержание сухих веществ в экстракте, мкг/диск	Тест-штаммы микроорганизмов					
		B. s.	P. a.	A. f.	E. c.	S. a.	C. a.
<i>B. malabarica</i>	30	+	-	-	-	+	-
<i>B. grandis</i>	46	-	-	-	-	-	-
<i>B. fischeri</i>	32	+	-	-	-	-	-

Условные обозначения: B.s.— *Bacillus subtilis*, P.a.— *Pseudomonas aeruginosa*, A.f.— *Alcaligenes faecalis*, E.c.— *Escherichia coli*, S.a.— *Staphylococcus aureus*, C.a.— *Candida albicans*. Примечание: знак «+» обозначает наличие зоны подавления роста 20–25 мм (соответствующая зона отрицательного контроля — менее 10 мм, положительного контроля — 25–30 мм).

определенные особенности. Ацетоновый экстракт экссудативных соединений листьев *B. grandis*, содержащий максимальное количество сухих веществ, фенольных соединений и флавоноидов, не проявил антимикробной активности в отношении какого-либо тест-штамма (табл. 3).

При этом экстракт листьев *B. malabarica*, несмотря на меньшее содержание фенольных соединений и флавоноидов, проявил активность в отношении тест-штаммов двух грамположительных микроорганизмов (*Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*). Экстракт *B. fischeri* проявил активность в отношении только одного тест-штамма — *Bacillus subtilis*.

Таким образом, полученные результаты показали чрезвычайно узкий спектр антимикробного действия ацетоновых экстрактов экссудативных соединений листьев исследованных видов рода *Begonia* по сравнению с выраженным антимикробным действием экстрактов листьев в целом [5, 7]. Это может быть связано с крайне низким (следовом) содержанием агликонов флавоноидов, в том числе метилированных форм, в экссудатах. Тем не менее, экссудат листьев *B. malabarica*, содержащий определенное количество метилированных агликонов, проявил выраженные антимикробные свойства. Следовательно, можно сделать выводы о том, что, агликоны флавоноидов не являются основными компонентами экссудатов листьев *Begonia* и что агликоны, вероятнее всего, в значительной степени определяют их антимикробную активность.

Результаты проведенного исследования также подтверждают выводы о влиянии на антимикробные свойства О-гликозидов флавоноидов [11], так как антимикробная активность экссудата листьев *B. fischeri* с относительно высоким содержанием этих компонентов выше, чем у *B. grandis*, содержащей следовые количества О-гликозидов. Однако отсутствие антимикробной активности у экссудата *B. grandis* не согласуется с результатами исследований, демонстрирующими выраженное антимикробное действие интактных растений этого вида [21].

Следует отметить также, что выраженное антимикробное действие экстракта *B. malabarica* в отношении тест-штаммов двух грамположительных микроорганизмов подтверждает высокую антимикробную активность фенолкарбоновых кислот. Значительное содержание фенолкарбоновых кислот обнаружено в том числе в листьях и почках фармакопейных видов рода *Populus* [13]. Невысокое содержание фенольных соединений и флавоноидов в ацетоновых экстрактах экссудативных соединений листьев исследованных видов рода *Begonia* может быть связано как с особенностями именно этих таксонов, так и с незначительной интенсивностью секреторных процессов у растений в условиях оранжереи. Это также подводит к необходимости изучения методов экстракции экссудативных соединений. Возможно, что экстракция ацетоном, используемая для извлечения экссудативных компонентов у таксонов с очень интенсивной секрецией из семейств *Asteraceae* или *Lamiaceae* [15, 22], не обеспечивает полноту извлечения компонентов листовой поверхности у представителей *Begoniaceae*.

Выводы

В результате проведенного исследования выявлены особенности состава флавоноидов листьев, в том числе экссудативных флавоноидов листовой поверхности, у видов *B. grandis*, *B. fischeri* и *B. malabarica* и антимикробного действия ацетоновых экстрактов экссудативных соединений. Суммарный состав флавоноидов листьев и экссудативных флавоноидов у исследованных видов был близким по общему спектру, но различался по основным компонентам. В листьях *B. grandis* доминировал С-гликозид лютеолина ориентин, в листьях *B. fischeri* — О-гликозиды кверцетина гиперозид и изокверцитрин. В листьях *B. malabarica* преобладали фенолкарбоновые кислоты, в незначительных количествах присутствовали изовитексин, гиперозид и нетипичные агликоновые компоненты.

Спектр антимикробной активности ацетоновых экстрактов экссудативных соединений был узким. Макси-

мальные антимикробные свойства проявил экстракт экссудативных соединений листьев *B. malabarica*, содержащий нетипичные агликоны и значительное количество фенолкарбоновых кислот. Полученные результаты создают основу для прогноза антимикробных свойств у интродуцентов рода *Begonia*.

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО

РАН при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-44-540601 «Оздоровление воздушной среды помещений с помощью экзометаболитов растений из рода *Begonia*, обладающих выраженной антимикробной активностью» на 2017–2018 гг.). При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU440534.

ЛИТЕРАТУРА

- Самбукова Т. В., Овчинников Б. В., Ганапольский В. П., Ятманов А. Н., Шабанов П. Д. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2017. Т. 15. № 2. С. 56–63. doi: 10.17816/RCF15256–63.
- Andersen Ø. M., Markham K. R. (ed.) *Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications*. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton. 2006. 1198 p.
- Morton J. F. *Atlas of medicinal plants of Middle America: Bahamas to Yucatan*. Ed. by C. C. Thomas. Springfield, Illinois, 1981.
- Pajmans K. (Ed.) *New Guinea vegetation*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation in association with the Australian National University Press, Canberra, 1976. 213 p.
- Ramesh N., Vishwanathan M. B., Saraswathy A., Balakrishna K., Brindha P., Lakshmanaperumalsamy P. Phytochemical and antimicrobial studies of *Begonia malabarica* // *J. Ethnopharmacol.* 2002. Vol. 79. N. 1. P. 129–132.
- Tkachenko H., Buyun L., Osadowski Z., Belayeva Y. In vitro microbiological investigation of ethanolic extracts obtained from leaves of various *Begonia* species against *Escherichia coli* // *Słupskie Prace Biologiczne*. 2016. N13. P. 277–294.
- Карпова Е. А., Цыбуля Н. В., Храмова Е. П., Якимова Ю. Л., Фершалова Т. Д. Антимикробная активность и содержание флавоноидов у некоторых представителей рода *Begonia* L., используемых в фитодизайне // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2011. № 1. С. 8–16.
- Forrest L. L., Hollingsworth P. M. A circumscription of *Begonia* based on nuclear ribosomal sequences // *Plant Syst. Evol.* 2003. Vol. 241. N. 3–4. P. 193–211. doi 10.1007/s00606–002–0033-y.
- Iwashina T., Saito Y., Peng C.-I., Yokota M., Kokobugata G. Foliar flavonoids from two *Begonia* species in Japan // *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. Ser. B*. 2008. Vol. 34. N. 4. P. 175–181.
- Joshi K. R., Devkota H. P., Nakamura T., Watanabe T., Yahara S. Chemical constituents and their DPPH radical scavenging activity of Nepalese crude drug *Begonia picta* // *Rec. Nat. Prod.* 2015. Vol. 9. N. 3. P. 446–450.
- Карпова Е. А., Фершалова Т. Д., Цыбуля Н. В. Перспективы исследования флавоноидов у представителей рода *Begonia* L. Материалы IX международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты». Москва, 2015. С. 555–559.
- Oteiza P. I., Erlejman A. G., Verstraeten S. V., Keen C. L., Fraga C. G. Flavonoid-membrane interactions: A protective role of flavonoids at the membrane surface? // *Clinical & Developmental Immunology*. 2005. Vol. 12. N. 1. P. 19–25.
- Greenaway W., May J., Scaysbrook T., Whatley F. R. Compositions of bud and leaf exudates of some *Populus* species compared // *Z. Naturforsch.* 1992. 47c. P. 329–334.
- Рощина В. В., Рощина В. Д. Выделительная функция высших растений. LAP Lambert Academic Publishing. 2012. 476 с.
- Tomás-Barberán F. A., Wollenweber E. Flavonoid aglycones from the leaf surfaces of some Labiatae species // *Plant Syst. Evol.* 1990. Vol. 173. N3–4. P. 109–118.
- Roepke J., Salim V., Wu M., Thammé A., Murata J., Ploss K., Boland W., De Luca V. Vinca drug components accumulate exclusively in leaf exudates of Madagascar periwinkle // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2010. Vol. 107. N. 34. P. 15287–15292. doi:10.1073/pnas.0911451107.
- Gu C., Peng C. I., Turland N. J. *Begoniaceae*. In Wu Z. Y., Raven P. H., Hong D. Y. (ed.) *Flora of China*. Vol. 13 (Clusiaceae — Araliaceae). Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, 2007. P. 153–207.
- Nikolova M., Gevrenova R., Ivancheva S. External flavonoid aglycones from *Veronica chamaedrys* L. (Scrophulariaceae) // *Acta Pharm.* 2003. 53. P. 145–149.
- Karpova E. A., Fershalova T. D., Petruk A. A. Flavonoids in adaptation of *Begonia grandis* Dryander subsp. *grandis* introduced in West Siberia (Novosibirsk) // *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2016. Vol. 12 (3). P. 44–56.
- Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
- Фершалова Т. Д., Байкова Е. В. Интродукция бегоний в оранжереях и интерьерах / под ред. акад. РАН И. Ю. Коропачинского. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2013. 157 с.
- Valant-Vetschera K. M., Wollenweber E., Faure R., Gaydou E. New exudate flavonoids of species from the *Chrysanthemum* complex (Asteraceae-Anthemideae) // *Biochem. Syst. Ecol.* 2003. Vol. 31. P. 545–548.

© Карпова Евгения Алексеевна (karyevg@mail.ru),

Фершалова Татьяна Дмитриевна, Якимова Юлия Леонидовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ЕЁ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ГАЗАМИ

METHOD OF TECHNICAL DIAGNOSTICS OF THE ENVIRONMENT UNDER THE CONDITIONS OF ITS POLLUTION BY AUTOMOTIVE GASES

**K. Voinov
Ya. Ghellab
V. Vasil'ev**

Summary. The rapid development of technical progress in many countries of the world intensifies atmospheric pollution with carcinogenic gases. This is facilitated by the emission of gases from the pipes of industrial enterprises, factories, plants, boiler houses, specialized laboratories, etc. Millions of cars (cars, trucks, tractors, special civil and military equipment) deliver the surrounding air environment [1]. At the stations of maintenance of cars and trucks and in laboratories where repairs are carried out, the exhaust gases are not effectively removed and neutralized, but fall into the lungs and maintenance personnel in particular. The existing ventilation systems are not always effective. Therefore, high-quality air purification from carcinogenic exhaust gases is a real problem in all countries of the world [2]. Therefore, in this paper, we outline some of the technical solutions that provide a noticeable improvement in the environmental situation during implementation.

Keywords: exhaust gases, air pollution, protection of ecology.

Войнов Кирилл Николаевич

Д.т.н., профессор, Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Гхеллаб Яхья

*Аспирант, Университет ИТМО, Санкт-Петербург
ghellabyahia@yahoo.com*

Васильев Виталий Алексеевич

К.т.н., доцент, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. Бурное развитие технического прогресса во многих странах мира интенсивно усиливает загрязнение атмосферы канцерогенными газами. Этому способствуют выбросы газов из труб промышленных предприятий, фабрик, заводов, котельных, специализированных лабораторий и пр. Не меньший вред доставляют окружающей воздушной среде миллионы автомобилей (легковых, грузовых, тракторов, специальной гражданской и военной техники) [1]. При этом на станциях технического обслуживания легковых и грузовых автомобилей и в лабораториях, где проводят ремонт, обкатку и настройку двигателей внутреннего сгорания, выхлопные газы эффективно не удаляются и не нейтрализуются, а попадают в лёгкие людей и обслуживающего персонала в частности. Имеющиеся вентиляционные системы далеко не всегда оказываются эффективными. Поэтому качественная очистка воздуха от канцерогенных выхлопных газов — реальная проблема во всех странах мира [2]. Поэтому в данной работе излагаются некоторые варианты технических решений, обеспечивающих при внедрении заметное улучшение экологической обстановки.

Ключевые слова: выхлопные газы, загазованность воздуха, защита экологии.

Введение

В работе рассматриваются практические способы борьбы с загрязнением среды обитания от выхлопных газов автомобилей. Собственно загрязнение атмосферы может происходить и в холостом режиме мотора/двигателя, когда машина или механизм никакой полезной работы вообще не совершает. Например, когда водитель длительное время с включённым приводом ожидает, например, когда закончится погрузка или разгрузка товаров, мебели и др. Аналогичная картина происходит на ремонтных пунктах, где проверяют и регулируют техническое состояние мотора/двигателя. Вот именно эти ситуации как раз и рассматриваются в данной работе [3, 4, 5].

Часть 1

Вариант, когда двигатель работает вхолостую чрезмерно долго и при этом никакой полезной работы не со-

вершается со стороны транспортного средства. Понятно, что выхлопные газы вылетают в атмосферу, загрязняя её, создавая излишний шум. Кроме того, бесцельно расходуется дизельное или бензиновое топливо, залитое в систему масло, изнашиваются бесцельно работающие пары трения, происходит ускоренное старение механической системы.

Для максимального уменьшения негативного влияния длительного на холостых оборотах работающего двигателя были разработаны и успешно апробированы следующие схемы, с помощью которых можно принудительно (без участия водителя, человека) выключать двигатель по заранее настроенному таймеру (рис. 1 и рис. 2).

При нахождении рычага переключения передач в нейтральном положении запускается реле времени выполненное на микросхеме DD1. После определенного времени происходит отключение двигателя через замыкание контактов дополнительного реле, включенного

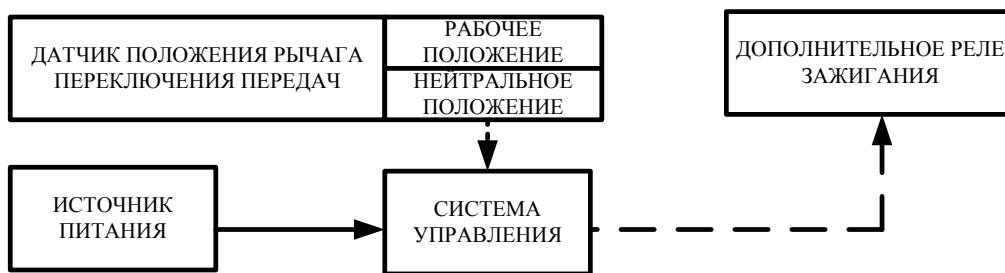


Рис. 1. Компоновочная блок-схема

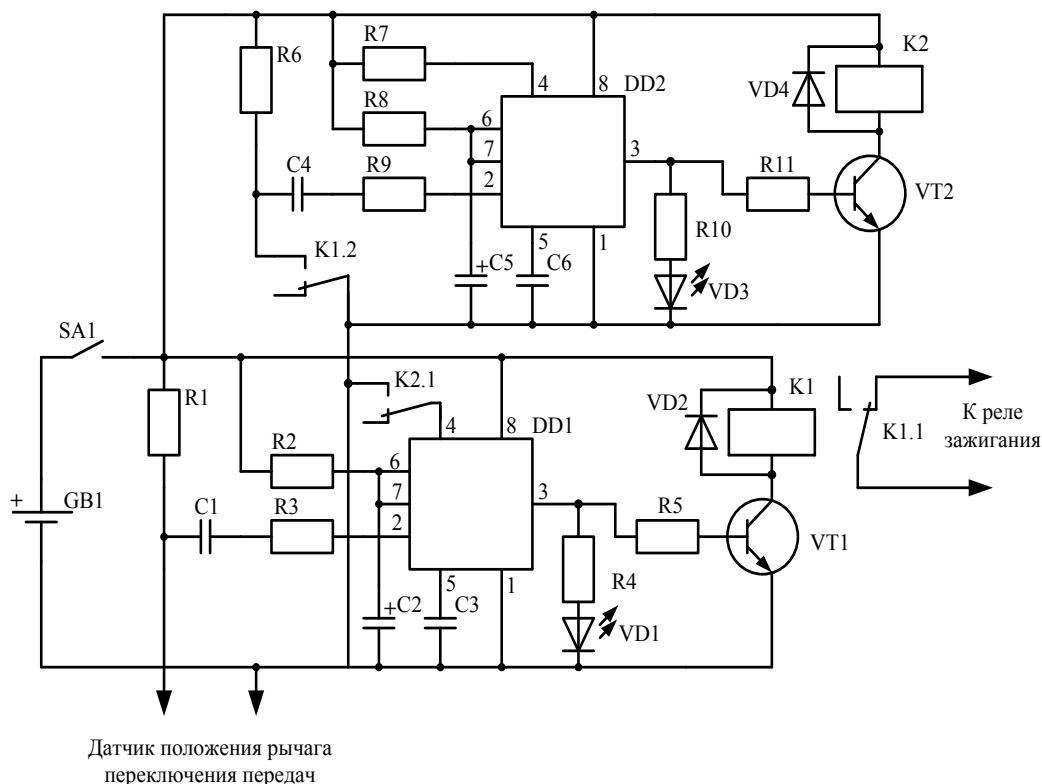


Рис. 2. Электрическая схема управления отключением двигателя, долго работающего в холостом режиме



Рис. 3. Рабочая панель физической модели блока для автоматического отключения двигателя автомобиля

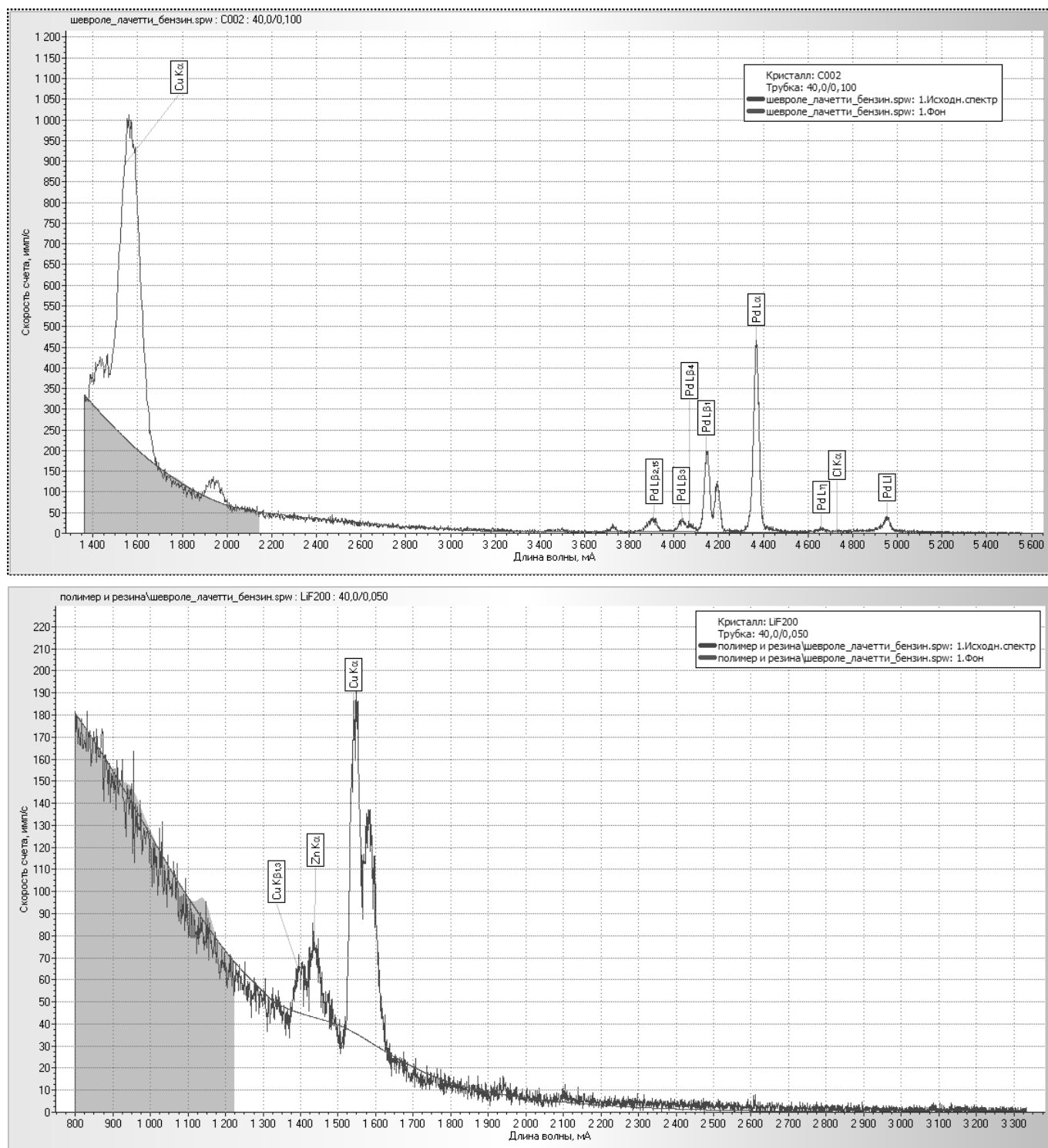


Рис. 4. Диаграммы результатов первых натуральных испытаний

в цепь питания реле зажигания. Реле времени на микросхеме DD2 используется для выбора времени на отключение двигателя, после которого подается сигнал сброса на микросхему DD1. Восстанавливается питание реле зажигания и автомобиль переходит во включенное состояние с выключенным мотором, что соответствует

первому положению замка зажигания. Настроенный таймер через заданное время отключает бесцельно работающий двигатель.

Кроме натуральных испытаний с автоматическим отключением бесцельно долгое время работающего двига-

теля, была создана и также успешно апробирована небольшая физическая модель (рис. 3).

Часть 2

Теперь кратко изложим методику технической диагностики выхлопных газов автомобилей и их нейтрализацию в стационарных условиях с последующей приборной диагностики состава в ёмкости с водой, в которую газы направлялись. Для проведения натуральных экспериментов был приобретён и использован следующий инструментарий: груши для забора выхлопных газов; колбы с дистиллированной водой мерного объёма, в которые выдувались из груш собранные газы от разных автомобилей, работающих как на бензине, так и на дизельном топливе; термометр для фиксации температуры выхлопных газов; сертифицированные приборы для диагностики загрязнённой выхлопными газами воды. В качестве стандартных приборов использовалось оборудование, имеющееся в распоряжении Университета ИТМО. В частности, это: прибор Tensor-37FT-IR фирмы BRUKER OPTIC GmbH с детектором DLaTGS и приставка MIRacleTM Single Reflection Horizontal ATR Accessory. Кроме того, использовался также вакуумный спектроскоп МАКС-GV с рентгеновской трубкой БХВ-17. Примеры первых опытов с диагностикой состава выхлопных газов, направленных в воду, показаны на рис. 4.

В дальнейшем, по мере накопления статистической информации, станет окончательно ясно, какую эффективность очистки среды обитания удастся достигнуть, используя описанный выше метод. Но даже из первых

опытов было установлено, что в воздух не попадают химические соединения из вредных и тяжёлых металлов. Это большое достижение для экологии среды, которая нас окружает. Наконец, температурные измерения выхлопных газов позволят теоретически оценить время нагрева мерного объёма воды в резервуаре, в который газы будут направляться через шланги или трубы. Это позволит оценить разработанную систему и с позиции выделяющегося тепла от воды резервуара, куда будут поступать выхлопные газы. Одновременно можно будет оценить среднюю скорость загрязнения водного резервуара (или бассейна), чтобы в дальнейшем определить примерные сроки его очистки и нейтрализации собранных канцерогенных веществ.

Заключение и выводы

Очерчена важная для очистки воздушной среды проблема, в частности, из-за больших выделяющихся при работе двигателей газов. В статье представлен и достаточно подробно описан новый метод очистки выхлопных газов в местах стационарной диагностики моторов, их настройки или ремонта в любых помещениях (ангары, гаражи, лаборатории, станции технического обслуживания и др.). Отражена суть методики очистки выхлопных газов и вспомогательный применяемый инструментарий, включая диагностическую измерительную аппаратуру. Описана модель отключения бесцельно работающего двигателя. Есть все основания полагать, что найдено эффективное техническое решение по защите воздушного бассейна и лиц, которые сохраняют здоровье, так как в их лёгкие не будут попадать в теперешних объёмах канцерогенные выхлопные газы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арджун Кришнан, Виджай К. Секар, Департамент машиностроения, Индийский технологический институт Мадрас. / Баладжи Дж., С. М. Боопати, Ашок Лейланд Лтд., Хосур, Тамил Наду.
2. Kuki T., Miyairi Y., Kasai Y., Miyazaki M., Miwa S. Исследование надёжности фильтров сажевого типа с потолочным типом. SAE, 2004-01-0959.
3. Войнов К. Н., Васильев В. А., Хилдайти А., Гхеллаб Я. Новый подход к снижению загрязнения воздуха // Трибология: Международная энциклопедия. СПб., Нестор-История, 2017. — Т. XII. — С. 130–133.
4. Войнов К. Н., Гхеллаб Яхья. О загрязнении воздуха автомобильными газами // Трибология: Международная энциклопедия. СПб., Нестор-История, ISBN544690817-1 и 978-5-4469-0817-2. Т. XII, 2017. — С. 127–129.
5. Попов Д. Н. и др. Гидромеханика. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. Т. 6, 2002. — 384 с.

© Войнов Кирилл Николаевич,

Гхеллаб Яхья (ghellabyahia@yahoo.com), Васильев Виталий Алексеевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РРБ-01 АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ БАНКА НА ОСНОВЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФАКТОРОВ РИСКА

FEATURES OF REALIZATION OF THE PROGRAM COMPLEX РРБ-01 OF AUTOMATED MANAGEMENT OF RESOURCES OF BANK ON THE BASIS OF IDENTIFICATION OF RISK FACTORS

**G. Arunyants
A. Badeyan**

Summary. Analysis results of a status of problems of control of activities credit bank are given in the modern conditions and the main ways of increase in its efficiency, including questions of automated distribution of its resources when crediting subjects of economic activity in the conditions of the superimposed restrictions and risks. The offered approach to minimization of risk by means of creation of the system of limits structured by types of operations of their urgency is analyzed. The main methodological, algorithmic and structural features of creation of the universal program РРБ-01 complex of automated optimum control of process of distribution of banking resources when crediting in the conditions of the superimposed restrictions and perturbations are provided.

Keywords: banking risk, banking resource, risk of crediting, banking operations, algorithm, information support, software, program complex

Арунянц Геннадий Георгиевич

*Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет (КГТУ)»
suro99@mail.ru*

Бадеян Армине Рубиковна

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет (КГТУ)»
arminebadeyan@mail.ru*

Аннотация. Приводятся результаты анализа состояния проблем управления деятельностью кредитной банка в современных условиях и основных путей повышения ее эффективности, включая вопросы автоматизированного распределения его ресурсов при кредитовании субъектов экономической деятельности в условиях накладываемых ограничений и рисков. Анализируется предложенный подход к минимизации риска с помощью построения системы лимитов, структурированной по видам операций и их срочности. Представлены основные методологические, алгоритмические и структурные особенности построения универсального программного комплекса РРБ-01 автоматизированного оптимального управления процессом распределения банковских ресурсов при кредитовании в условиях накладываемых ограничений и возмущений.

Ключевые слова: банковский риск, банковский ресурс, риск кредитования, банковские операции, алгоритм, информационное обеспечение, программное обеспечение, программный комплекс

Сегодня в России наметилась положительная тенденция экономического роста. Немаловажная роль при этом отводится банковской системе. В условиях возрастания количества рисков, которые принимают банки, требуется разработка новых инновационных подходов к управлению их ресурсами, обеспечивающих минимум потерь при кредитовании субъектов экономической деятельности в условиях действующих возмущений и ограничений. Все более актуальными становятся исследование и разработка методов автоматизированного управления деятельностью кредитных организаций (банков) с целью повышения их стабильного и эффективного функционирования и развития.

Известно, что основной задачей процесса управления банковскими ресурсами является разумное их размещений в доходные активы при соблюдении установленных уровней ликвидности и принятого риска. Обоснованность принимаемых при этом управленческих решений в большей степени зависит от глубины анализа структуры и согласованности операций с пассивами и активами банка и оперативными оценками их

доходности. Эффективное управления деятельностью банка сегодня невозможно представить без использования автоматизированных информационных систем (АИС), реализующих стратегию эффективного управления его ресурсами. Под стратегией управления здесь понимается, прежде всего, оптимальный в определенном смысле план распределения по срокам и типам позиций банковских ресурсов. Все это и определяет важность и актуальность решения проблемы, связанной с выбором инновационных подходов и методов, учитывающих основные аспекты кредитования субъектов экономической деятельности на основе идентификации и прогнозирования факторов риска и разработкой на их основе универсального программного комплекса автоматизированного управления ресурсами банка, ориентированного на использование в рамках АСУ их деятельностью.

Проблема распределения банковских ресурсов рассматривается как интегральная часть методологии управления рисками кредитных организаций, а сам процесс управления ресурсами банка — как ключевая проблема стратегического управления его деятельностью

в целом, обеспечивающего заранее гарантированный финансовый результат при минимальном риске.

Задача разработки оптимальной стратегии оперативного распределения банковских ресурсов в условиях постоянно изменяющейся внешней среды, связанных с накладываемыми возмущениями и ограничениями, противоречивости и нечеткости внешних данных ставилась из условия обеспечения деятельности банка при ограничениях на величину принимаемого им при этом риска [1,2].

Результаты проведенных авторами системных исследований основных аспектов и особенностей оценки и управления банковскими рисками были учтены и при разработке и внедрении универсального программного комплекса **РРБ-01** автоматизированного распределения ресурсов банка при кредитовании. Реализованные в нем основные решения оригинальны и отличаются от других действующих систем по структуре и способам организации.

Основное назначение комплекса **РРБ-01** — обеспечение эффективного управления основными показателями банковской деятельности; стабильного и устойчивого функционирования кредитной организации (банка); реализации процентной политики по активным и пассивным операциям.

По результатам проведенных авторами системных исследований [2, 3] процесса ресурсного регулирования при кредитовании в условиях рисков при разработке программного комплекса **РРБ-01** была принята концепция управления, в соответствии с которой методология распределения ресурсов представлялась как интегральная часть методологии управления рисками коммерческих банков [4]. В соответствии с этим обмен данными в рамках системы управления банковскими рисками (СУ БР) предусматривает активное взаимодействие отдельных ее подсистем с внешними и внутренними архивами и Базой данных (БД) встроенного в нее комплекса **РРБ-01**. Управляющая программа **РРБ-01** осуществляет дружественный диалог с пользователями, используя пакет прикладных программ специального ввода-вывода, повышающий оперативность анализа получаемых результатов и принятия оперативных решений по управлению реализуемых комплексом процессов.

Функционально программный комплекс **РРБ-01** представляет собой набор взаимодействующих программных модулей, внутрисистемных и пользовательских интерфейсов, обеспечивающих решение задач: формирования исходных данных, оптимального размещения ресурсов (как собственных, так и заемных), редактирования настроек работы **РРБ-01**. Структурно

РРБ-01 как система представляет собой набор взаимозависимых и взаимосвязанных подсистем.

Выбранная концепция построения сложно структурированного программного комплекса **РРБ-01** позволила выделить основные режимы его работы:

Работа с БД — обеспечивает реализацию процедур взаимодействия пользователя с БД.

Диагностика — реализует тестирование информационной базы на достаточность и соответствие определенным критериям.

Авторизация — обеспечивает реализацию необходимых процедур авторизации и регистрации пользователей и предоставления им возможности доступа к другим подсистемам.

Администрирование — содержит интерфейсы для редактирования настроек работы комплекса.

Расчеты — обеспечивает выбор необходимых форм ранее выполненных расчетов для целей их корректировки и проведение новых расчетов и формирование на их основе результатных матриц позиционирования ресурсов банка.

Построение и просмотр отчетов — обеспечивает выбор вида расчета, формирование его в необходимой для представления форме и хранение его в информационной базе комплекса.

Вывод на печать и экспорт отчетов — обеспечивает выбор необходимого отчета, просмотр, удаление (при необходимости) или печать в удобной графической форме.

Режим настройки предназначен для выполнения настроечных операций пользовательского интерфейса комплекса.

Режим справки (помощь) обеспечивает вызов структурированной по отдельным подсистемам информации о порядке работы с ними.

Предложенная и реализованная в рамках комплекса **РРБ-01** методология обеспечения минимального риска при реализации процедур распределения ресурсов предусматривает формирование системы лимитов, структурированной по видам операций и их срочности. Эффективность принятия оперативных решений в процессе функционирования комплекса в случаях возникновения негативного дисбаланса обеспечивается за счет предварительного агрегирования активов и пассивов

банка по срокам размещения и привлечения. Предложенная методика предусматривает формирование взвешенных коэффициентов, характеризующих их структуру, а также показатели уровень ликвидности, надежности и рентабельности. По полученным результатам рассчитывается синтетический коэффициент (K_C):

$$K_C = K_H \times 0,10 + K_L \times 0,40 + K_P \times 0,15 + K_{KA} \times 0,20 + K_{PB} \times 0,15,$$

где K_H — коэффициент надежности; K_L — коэффициент ликвидности; K_P — коэффициент рентабельности; K_{KA} — коэффициент качества активов; K_{PB} — коэффициент ресурсной базы.

Особенности расчета указанных коэффициентов приведены в работе [5]

Тогда общий лимит (L_B) кредитного риска может быть рассчитан следующим образом:

$$L_B = СКБ_{рч} \times 0,10 \times K_C,$$

где $СКБ_{рч}$ — часть собственного капитала банка, находящаяся в работе.

Далее реализуются процедуры структуризации лимита риска по срочности выполняемых операций.

Базовой подготовительной операцией для последующего поиска оптимального распределения ресурсов является операция ранжирования выделенных видов активов по степени снижения ликвидности, а пассивов — по срочности убывания срочности их востребования.

Основной целью последующего анализа становится выбор и использование пассивов, обладающих наибольшей степенью востребования при формировании наиболее ликвидных операций.

В результате проведенного анализа различных подходов к оценке прибыли банка, а также принятой стратегии оптимального распределения ресурсов коммерческого банка в условиях риска [2, 6, 7] формализация такой задачи за выбранный временной период представлялась в виде:

$$M = \left\| R \right\| \times \left\| D_{ij}^{-1} \right\| - \left\| S \right\| \rightarrow \max$$

где M — прибыль банка (маржа); $\|S\|$ — диагональная матрица с элементами (S_{ii}), отображающими рыночные стоимости привлечения P_i -го ресурса; $\|R\|$ — диагональная матрица, r_{jj} — е элементы которой характеризуют

доходность A_j -го актива; $\|D_{ij}^{-1}\|$ — матрица коэффициентов фондирования A_j -й активной операции P_i — м источником ресурсов.

Основным результатом решения задачи в представленной форме является определение элементов $\|D_{ij}^{-1}\|$ — матрицы коэффициентов фондирования A_j -й активной операции P_i — м источником ресурсов. Это действие можно отнести к операции по оптимизации структуры пассивов.

В качестве ограничений при решении поставленной задачи были приняты нормативы, определяемые действующими инструкциями (№ 1) ЦБ РФ на величины мгновенной, текущей и долгосрочной ликвидности, а также ограничения, определяемые принципом диверсификации и полученными по результатам деятельности банка экспертными оценками. Формализованное представление этих ограничений приводится в работе авторов [8].

Предварительно ранжированные активы и пассивы банка агрегируются по срокам размещения и привлечения и формируются коэффициенты, определяющие их структуру и уровень ликвидности кредитной организации. Последующие действия проводятся в соответствии с представленными в работах авторов [8, 9] алгоритмами и направлены на реализацию последовательного расчета коэффициента K_C и лимитов кредитного риска L_{A_j} на A_j активные операции. Реализованные в рамках программного комплекса **РРБ-01** соответствующие алгоритмы приведены в работе авторов [7].

Решение задачи оптимального распределения ресурсов банка осуществляется последовательной реализацией этапов:

Этап 1: выбор временных интервалов решения поставленной задачи в зависимости от внешних условий и накладываемых ограничений.

Этап 2: формирование необходимых для расчетов исходных данных с использованием информации, хранящейся в БД комплекса **РРБ-01** и БД действующей в кредитной организации АСУ-РБ. Здесь реализуется комплекс процедур по расчету лимитов кредитного риска L_{A_j} на A_j активные операции, векторов активов (A_j) и пассивов (P_i) кредитной организации, матрицы стоимости привлеченных ресурсов, матрицы доходности активов и коэффициентов фондирования.

Этап 3: формирование исходной матрицы позиционирования ресурсов банка.

Этап 4: решение задачи оптимального распределения банковских ресурсов с использованием процедур

организованного перераспределения активов по позициям до получения варианта, удовлетворяющего заданным требованиям по уровню ликвидности и накладываемых ограничений.

Этап 5: расчет критерия оптимальности (максимизация процентной маржи M) с использованием диагональной матрицы доходности активов, расчетной матрицы коэффициентов фондирования и диагональной матрицы стоимости привлеченных ресурсов.

Этап 6: решение ключевой задачи — оптимизации распределения ресурсов кредитной организации путем целенаправленного изменения, сформированного на **Этапе-4**, распределения с использованием процедур организованного перераспределения активов по позициям с целью получения варианта, удовлетворяющего выбранному критерию, уровню допустимой ликвидности и ограничений.

Этап 7: запись параметров оптимального распределения банковских ресурсов в информационную базу данных (БД **РРБ-01**), анализ полученных результатов в сложившихся условиях и принятие решений о сохранении принятой стратегии (распределения ресурсов) управления банком, либо ее изменения (модификации) с учетом новой ситуации.

Выбор метода реализации программного обеспечения, реализующего разработанные алгоритмы решения поставленных задач программным комплексом **РРБ-01** осуществлялся с учетом сложившегося в настоящее время реального состояния проблемы разработки современных банковских программных систем с учетом результатов проведенного авторами анализа реальных возможностей ВРМ-системы [10]. Особое внимание уделялось ее особенности, связанной с ее ориентацией на управление процессами, характеризующимися постоянными изменениями и развитием.

Окончательный вывод о возможностях использования ВРМ-систем в качестве технологии разработки программного комплекса **РРБ-01** был сделан с учетом накопленного авторами опыта работы с классическими IDE-сред (DElphi, C++ Builder). С учетом уникальности проводимой разработки и необходимости обеспечения возможности легкой интеграции разрабатываемого продукта в ИТ-инфраструктуру банка, независимо от входящих ее состав АИС и АРМ, окончательным выводом явился выбор для разработки программного обеспечения комплекса **РРБ-01** традиционной технологии с применением IDE среды CodeGearDelphi 2010. Основным условием для обеспечения интеграции становится создание и использование всеми подсистемами ИТ-инфраструктуру банка единого информационного про-

странства на основе СУБД за счет применения надежных средств интеграции.

Выбор в качестве инструмента разработки ПО комплекса **РРБ-01** среды CodeGearDelphi 2010 объясняется также и ее функциональной достаточностью для решения поставленной задачи. Реализация любого модуля комплекса возможна на любом поддерживаемом выбранной средой языке программирования, что становится залогом простоты и высокой скорости совместной разработки приложений. Кроме того, поддержка в CodeGearDelphi 2010 технологии.NET для различных операционных систем появляется возможность создания кроссплатформенных приложений.

Каждый объект (функциональная подсистема) комплекса **РРБ-01** имеет строго определенный интерфейс. При этом для всех объектов одного класса строится одинаковый интерфейс. В целом этот набор интерфейсов определяет весь спектр возможностей по обработке данных внутри системы. При этом подсистемы имеют одинаковую архитектуру (рисунок 1). и имеют возможность взаимодействия либо как клиент и поставщик либо как сопрограммы. Любой модуль и отдельные процедуры могут быть самостоятельно решать отдельные задачи в рамках комплекса. Логика взаимодействия комплекса с БД принятой структуры реализована по достаточно популярной архитектуре универсального доступа к данным, при котором генерация объектов доступа к данным обеспечивается метаданными, полученными с помощью программного интерфейса доступа.

При окончательном выборе технологии разработки принимался во внимание факт, что ПО комплекса должно функционировать на любых современных ЭВМ. В этих условиях вместо изготовления уникальных клиентов для доступа к серверу **РРБ-01** либо разработки кроссплатформенного клиента достаточно использовать обычный интернет-браузер.

Пользовательский графический интерфейс комплекса **РРБ-01**, состоящий из широко применяемых в web-приложениях элементов ввода-вывода является простым и легко реализуемым с помощью технологий HTML и CSS. Конечно, объемы хранимых данных **РРБ-01** на первых порах не очень велики, но необходимо иметь в виду, что в процессе работы СУ БР он будет естественно увеличиваться.

Для разработанного программного комплекса **РРБ-01** рекомендован к использованию ряд СУБД (MSSQL, MySQL, Oracle, FireBird), но в случае необходимости он может быть настроен на работу с другими СУБД посредством ODBC.



Рис. 1. Логика работы функциональной подсистемы РРБ-01

Информационное обеспечение **РРБ-01** в соответствии с разработанной архитектурой составляют базы данных (БД) управляющей подсистемы, БД функциональных подсистем и СУБД.

Принятая при реализации программного комплекса **РРБ-01** статическая структура информационной базы соответствует всем требованиям его многофункциональности и расширяемости.

При разработке пользовательского интерфейса был выбран метод динамического его формирования при решении стандартных задач взаимодействия пользователя с комплексом за счет активного использования метаданных о структуре и содержании активируемого элемента и его связей с другими информационными элементами.

Представленные в работе результаты разработки программного комплекса **РРБ-01** отражают предложенный авторами подход к решению проблемы автоматизированного управления банковскими ресурсами при кредитовании субъектов экономической деятельности в условиях действующих возмущений и накладываемых ограничений. Представлены основные алгоритмические и структурные решения поставленной задачи.

Выполнено одно из ключевых требований, сформулированных на стадии постановки задачи создания программного комплекса **РРБ-01** — обеспечение его универсальности и легкой адаптируемости к условиям функционирования различных СУ БР кредитных организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Arounyants, G.G The Features of Practical Implementation of Automated Management of Bank Resources while Crediting Enterprises under Conditions of Risk / G. G. Arounyants, A. R. Badeyan // На ука и бизнес: пути развития. — М.: ТМБпринт. — 2014. — № 7(37). — С. 67–75.
2. Арунянц, Г. Г. Программный комплекс автоматизированного управления ресурсами бан ков при кредитовании в условиях рисков / Г. Г. Арунянц, А. Р. Бадаян // Научное обозрение. — М. — 2014. — № 6. — С. 103–111.
3. Бадаян, А. Р. Особенности практической реализации автоматизированного управления ресурсами банка при кредитовании предприятий в условиях риска / Г. Г. Арунянц, А. Р. Бадаян // Научно-аналитический журнал: Научная перспектива. — М.: Инфинити. — 2014. — № 6 (52). — С. 72–80.
4. Badeyan, A. R. About management of banking risk in the conditions of the economic crisis / G. G. Arunyants, A. R. Badeyan. // Материалы XIV Международной научно-практической конференции 2–3 июля. Москва — 2014 г. — С. 204–209.

5. Арунянц, Г.Г. Распределение ресурсов банка с использованием оптимальной стратегии управления рисками при кредитовании: Монография / Г. Г. Арунянц, А. Г. Мнацаканян. — Калининград: БИЭФ, 2009. — 167 с.
6. Бадеян А. Р. Об одном подходе к построению программного комплекса автоматизированного управления банковскими ресурсами при кредитовании предприятий / Г. Г. Арунянц, А. Р. Бадеян, Д. А. Айрапетов // Перспективы науки. — М.: — 2015. — № 6 (69). — С. 80–92
7. Бадеян, А. Р. Автоматизированное управление ресурсами коммерческих банков при кредитовании / Г. Г. Арунянц, А. Р. Бадеян // Труды Международной научной конференция «Инновации в науке, образовании и бизнесе — 2014» (КГТУ). — Калининград, 25–27 сентября. — 2013. — С. 26–29.
8. Badeyan, A. R. Methodological Aspects and Basic Algorithm for Automated Generation of Resource Management Strategy of a Bank under Conditions of Risk / G. G. Arunyants, A. R. Badeyan. // Наука и бизнес: пути развития. — 2014 — № 7 (37). — С. 46–54
9. Бадеян, А. Р. Методологические аспекты и подходы к реализации автоматизированного управления банковскими ресурсами в условиях рисков / Г. Г. Арунянц, А. Р. Бадеян // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта: Физико-математические науки. — 2015. — вып. 4 — Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта. — С. 166–164
10. Бадеян, А. Р. К вопросу о реальных возможностях применения врт-систем для реализации автоматизированной системы распределения ресурсов банка / Г. Г. Арунянц, А. Р. Бадеян, Д. А. Айрапетов // «Балтийский экономический журнал». — Калининград: БИЭФ. — 2014. — № 2 (12) — С. 130–140

© Арунянц Геннадий Георгиевич, Бадеян Армине Рубиковна (arminebadeyan@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Калининградский государственный технический университет

ОБЩИЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОГО СПРОСА

MANAGEMENT EFFECTIVENESS EVALUATION OF THE PRECAST CONCRETE PRODUCTION PROCESS IN THE CONDITIONS OF FLUCTUATING DEMAND

D. Duong

Summary. This article focuses on management effectiveness evaluation of the precast concrete production process in the conditions of fluctuating demand. It describes the strategies of optimal control, its results of these strategies and their effectiveness. It simultaneously evaluates the overall effectiveness of the management.

Keywords: effectiveness of the management, economic efficiency, strategies of optimal control, fluctuating demand, necessary arrangements.

Зыонг Динь Ту

Аспирант, Московский Автомобильно-дорожный
Государственный Университет (МАДИ)
dontu007@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается оценка эффективности управления технологическим процессом производства сборного железобетона в условиях переменного спроса. Приводятся результаты этих стратегий оптимального управления и оценки их эффективности. Описаны общие эффективности управления.

Ключевые слова: эффективность управления, экономическая эффективность, стратегии оптимального управления, переменный спрос, необходимые мероприятия.

Введение

Хорошо известно, что изменение спроса на сборные железобетонные изделия зависит от множества экономических и технологических факторов, основным из которых является развитие строительной отрасли и промышленности строительных материалов. Как показано в работе [2], во Вьетнаме спроса на сборные железобетонные изделия, как правило, считается нестабильным.

Для обеспечения производственного устойчивости предприятий сборного железобетона в условиях изменяющегося спроса должно обладать гибкими стратегиями управления производством сборного железобетона в соответствии изменения спроса, чтобы обеспечить возможность предприятий сборного железобетона эффективно функционировать в условиях переменного спроса на основе существующих инфраструктур таких предприятий. В работе [3] построили автоматизированную систему и оптимальные стратегии управления технологическим процессом производства сборного железобетона в условиях переменного спроса. В данной статье мы оценим эффективность каждой стратегии, а также общую эффективность управления технологическим процессом производства сборного железобетона в условиях изменяющегося спроса.

Оценки эффективности стратегий управления технологическим процессом производства сборного железобетона в условиях переменного спроса

Как показали результаты исследований в работе [3,4], при снижении спроса необходимо уменьшить производительность завода сборного железобетона. Тогда возможны 3 стратегии:

- 1) уменьшить температуру тепловой обработки, но увеличить время тепловой обработки;
- 2) уменьшить расход цемента, но для сохранения прочности увеличить время тепловой обработки;
- 3) использовать оба воздействия: уменьшить температуру тепловой обработки и расход цемента, но увеличить время тепловой обработки для сохранения прочности изделия.

При росте спроса необходимо увеличить производительность завода сборного железобетона. Тогда тоже возможны 3 стратегии:

- 1) сократить время тепловой обработки, но для сохранения прочности на выходе надо увеличить температуру тепловой обработки;
- 2) увеличить расход цемента, чтобы сократить время тепловой обработки;

При снижении спроса на продукцию

Таблица 1. Сравнение эффективности рассмотренных стратегий управления при снижении спроса на 10%

	Без управления	Стратегия 1	Стратегия 2	Стратегия 3
Количество остальных изделий на складе в конце моделируемого интервала, [шт.]	500	300	300	300
Общее количество изделий, произведенных в моделируемом интервале, [шт.]	8300	8100	8100	8100
Общее количество изделий, проданных в моделируемом интервале, [шт.]	8100	8100	8100	8100
Прибыль предприятия в моделируемом интервале, [VND]	$1,67 \cdot 10^{10}$	$2,04 \cdot 10^{10}$	$1,71 \cdot 10^{10}$	$1,88 \cdot 10^{10}$

Таблица 2. Сравнение эффективности рассмотренных стратегий управления при снижении спроса на 20%

	Без управления	Стратегия 1	Стратегия 2	Стратегия 3
Количество остальных изделий на складе в конце моделируемого интервала, [шт.]	500	300	300	300
Общее количество изделий, произведенных в моделируемом интервале, [шт.]	7400	7200	7200	7200
Общее количество изделий, проданных в моделируемом интервале, [шт.]	7200	7200	7200	7200
Прибыль предприятия в моделируемом интервале, [VND]	$1,44 \cdot 10^{10}$	$1,77 \cdot 10^{10}$	$1,46 \cdot 10^{10}$	$1,62 \cdot 10^{10}$

Таблица 3. Сравнение эффективности рассмотренных стратегий управления при снижении спроса на 30%

	Без управления	Стратегия 1	Стратегия 2	Стратегия 3
Количество остальных изделий на складе в конце моделируемого интервала, [шт.]	500	300	300	300
Общее количество изделий, произведенных в моделируемом интервале, [шт.]	6500	6300	6300	6300
Общее количество изделий, проданных в моделируемом интервале, [шт.]	6300	6300	6300	6300
Прибыль предприятия в моделируемом интервале, [VND]	$1,25 \cdot 10^{10}$	$1,51 \cdot 10^{10}$	$1,23 \cdot 10^{10}$	$1,37 \cdot 10^{10}$

3) использовать оба подхода одновременно: сократить время тепловой обработки, но увеличить температуру тепловой обработки и расход цемента для сохранения прочности изделия на выходе.

Теперь рассмотрим эффективность стратегий управления технологическим процессом производства в следующих случаях:

- ◆ спрос уменьшается на 10%, 20% и 30%;
- ◆ спрос увеличивается на 10%, 20% и 30%.

Главные результаты внедрения стратегий управления технологическим процессом производства в условиях переменного спроса отражены на таблице 1, таблице 2, таблице 3, таблице 4, таблице 5 и таблице 6 [1,5]. При-

быль рассчитывается в VND (VND — Вьетнамский донг, 1 VND = 0,000044 доллар = 0,0026 руб).

Таким образом, из данных таблицы 1, таблицы 2 и таблицы 3 можно сделать выводы о стратегиях управления технологическим процессом производства при снижении спроса:

- ◆ все три представленные стратегии управления совместно имеют способность корректирования производительности завода сборного железобетона в соответствии с изменением спроса на продукцию, помогут заводу избежать состояние затоваривания склада выпускаемой продукции, и приведут к стабильности производства;

При увеличении спроса на продукцию

Таблица 4. Сравнение эффективности рассмотренных стратегий управления при увеличении спроса на 10%

	Без управления	Стратегия 1	Стратегия 2	Стратегия 3
Количество остальных изделий на складе в конце моделируемого интервала, [шт.]	0	300	300	300
Общее количество изделий, произведенных в моделируемом интервале, [шт.]	9000	9900	9900	9900
Общее количество изделий, проданных в моделируемом интервале, [шт.]	9200	9900	9900	9900
Прибыль предприятия в моделируемом интервале, [VND]	$2,03 \cdot 10^{10}$	$1,85 \cdot 10^{10}$	$2,11 \cdot 10^{10}$	$1,92 \cdot 10^{10}$

Таблица 5. Сравнение эффективности рассмотренных стратегий управления при увеличении спроса на 20%

	Без управления	Стратегия 1	Стратегия 2	Стратегия 3
Количество остальных изделий на складе в конце моделируемого интервала, [шт.]	0	300	300	300
Общее количество изделий, произведенных в моделируемом интервале, [шт.]	9000	10800	10800	10800
Общее количество изделий, проданных в моделируемом интервале, [шт.]	9200	10800	10800	10800
Прибыль предприятия в моделируемом интервале, [VND]	$2,03 \cdot 10^{10}$	$2,09 \cdot 10^{10}$	$2,36 \cdot 10^{10}$	$2,17 \cdot 10^{10}$

Таблица 6. Сравнение эффективности рассмотренных стратегий управления при увеличении спроса на 30%

	Без управления	Стратегия 1	Стратегия 2	Стратегия 3
Количество остальных изделий на складе в конце моделируемого интервала, [шт.]	0	1000	1000	1000
Общее количество изделий, произведенных в моделируемом интервале, [шт.]	9000	11700	11700	11700
Общее количество изделий, проданных в моделируемом интервале, [шт.]	9200	11700	11700	11700
Прибыль предприятия в моделируемом интервале, [VND]	$2,03 \cdot 10^{10}$	$2,35 \cdot 10^{10}$	$2,63 \cdot 10^{10}$	$2,43 \cdot 10^{10}$

- ♦ в трёх предложенных стратегиях стратегию 1 можно рассматривать как выбор наилучшего варианта для прочности изделия и экономической эффективности предприятия.

Таким образом, по результатам таблицы 4, таблицы 5 и таблицы 6 можно сделать выводы о стратегиях управления технологическим процессом производства при снижении спроса:

- ♦ внедрение приведенных стратегий управления могут корректировать производительность завода сборного железобетона в соответствии с изменением спроса на выпускаемую продукцию, чтобы избежать опустошение склада выпускаемой продукции, и приведут к стабильности производства;

- ♦ по сравнению с остальными стратегиями, стратегия 2 считается оптимальным вариантом для прочность изделия и экономической эффективности предприятия сборного железобетона.

Общие оценки эффективности управления технологическим процессом производства сборного железобетона в условиях переменного спроса

В заключении можно сделать общие оценки эффективности управления технологическим процессом производства сборного железобетона в условиях переменного спроса:

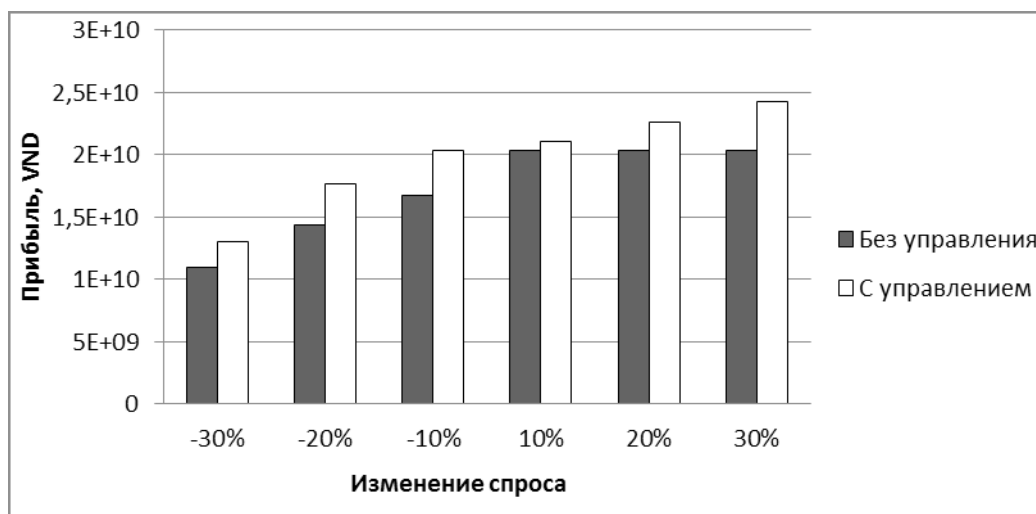


Рис. 1. Оценка экономической эффективности управления технологическим процессом производства сборного железобетона в условиях переменного спроса

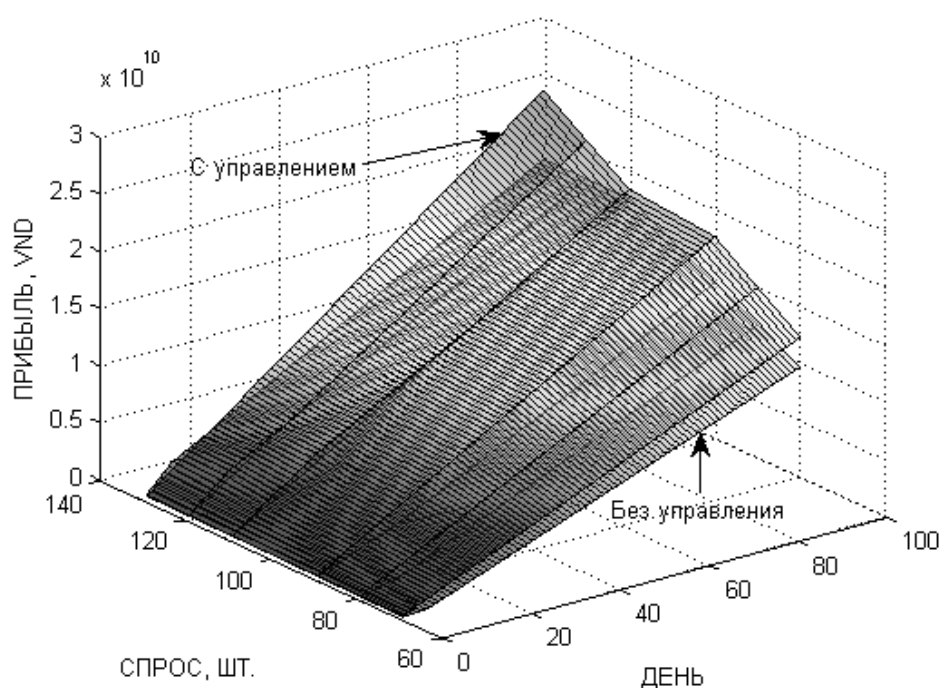


Рис. 2. График распределения общей прибыли предприятия сборного железобетона при внедрении управления и без управления на моделируемом интервале

1) во-первых, внедрение оптимальных стратегий управления технологическим процессом производства (стратегия 1 при снижении спроса и стратегия 2 при увеличении спроса), как правило, повысит экономическую эффективность предприятий сборного железобетона (рисунок 1, рисунок 2). Прибыль рассчитывается в VND (VND — Вьетнамский донг, 1 VND = 0,000044 доллар = 0,0026 руб);

2) во-вторых, при снижении спроса на продукцию внедрение оптимальной стратегии управления технологическим процессом производства приведёт к стабильности количества продукции в складе выпускаемой продукции (рисунок 3а). Это очень важно по следующим причинам:

а) предприятие не потеряет затраты для расширения склада выпускаемой продукции и затраты для обслужи-

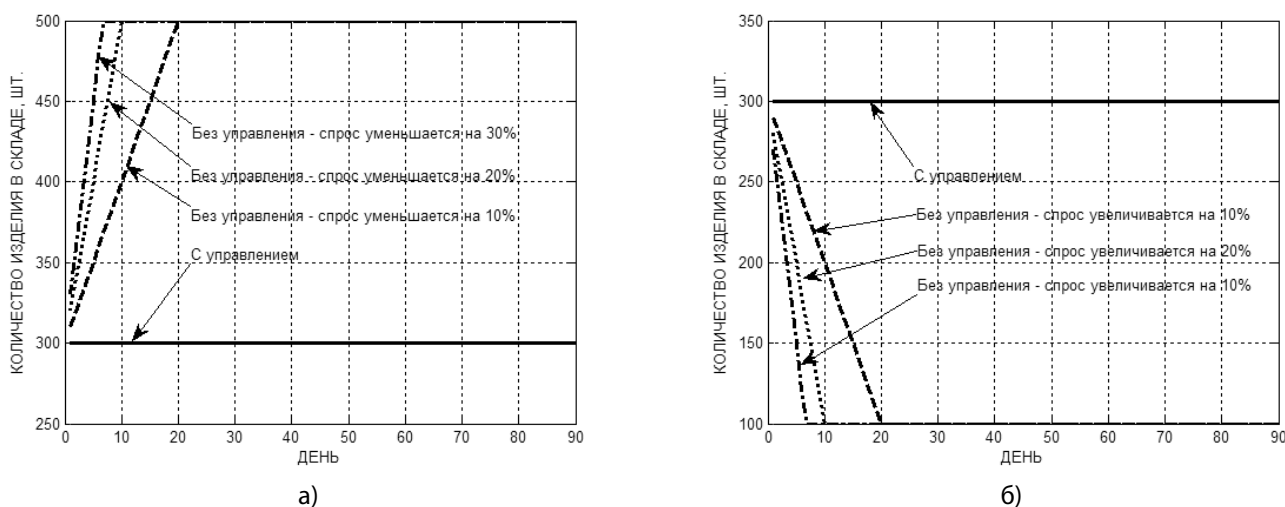


Рис. 3. Оценка эффективности использования склада выпускаемой продукции при снижении спроса (а) и при увеличении спроса (б)

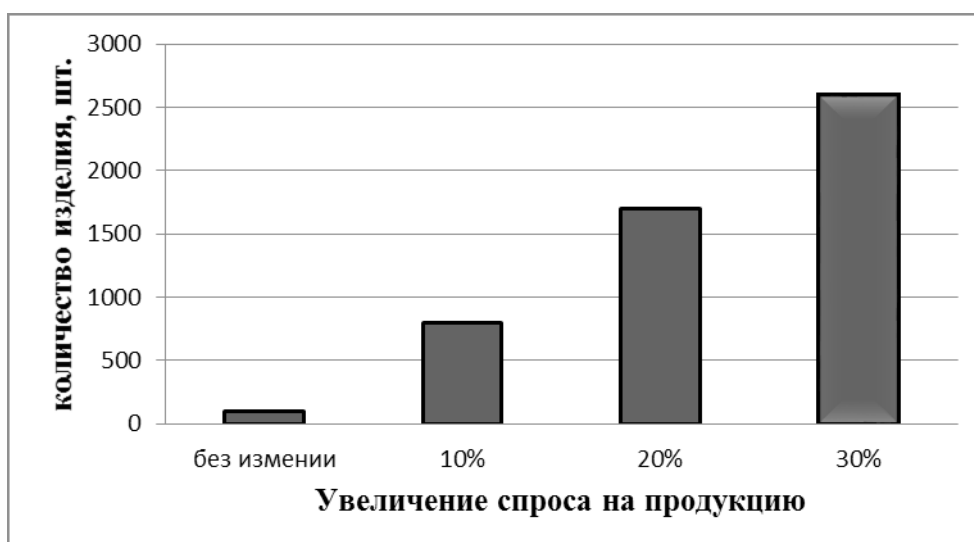


Рис. 4. Исходный спрос и спрос не выполняется при его увеличении без управления

вания продукции в течение времени, когда они находятся в складе;

б) стабильность количества продукции в складе выпускаемой продукции обеспечит непрерывность производственной линии и, следовательно, снижение спроса на продукцию не отрицательно влияет на производственный план и кадровый план.

3) в-третьих, при увеличении спроса на продукцию внедрение оптимальной стратегии управления технологическим процессом производства поможет избежать опустошение склада выпускаемой продукции, приведет к стабильности производства (рисунок 3б). Помимо преимуществ, изложенных выше, добавляются:

а) стабильность запас продукции в складе обеспечит заказы на завод (рисунок 4);

б) предприятие не потеряет затраты для расширения производственной линии.

Заключение

Таким образом, внедрение управления технологическим процессом, как правило, повысит экономическую эффективность производства сборного железобетона. Авторы считают, что необходимо рассмотреть необходимые мероприятия подготовки предприятия, чтобы внедрить и эксплуатировать эффективно стратегии оптимального управления технологическим процессом

производства сборного железобетона в условиях изменяющегося спроса. Такие мероприятия включают:

- ◆ привести систему единиц используемых на предприятии в соответствие с исходными данными, требуемыми имитационной модели технологи-

ческого процесса производства сборного железобетона;

- ◆ обучить персонал, ответственный за выбор стратегии управления производством, автоматизированной системе управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bazenov, Iu. M. Kỹ thuật bê tông / Iu. M. Bazenov, Bạch Đình Thiên, Trần Ngọc Tính. — NXB.: Xây Dựng, 2004. — 494 tr.
2. Суворов, Д. Н. Проблема управления производством сборного железобетона в условиях изменяющегося спроса во Вьетнаме / Д. Н. Суворов, Зыюнг Динь Ту // Вестник МАДИ. — 2015. — Вып. 2(41). — С. 121–127.
3. Суворов, Д. Н. Оптимальное управление производством сборного железобетона в условиях изменяющегося спроса во Вьетнаме / Д. Н. Суворов, Зыюнг Динь Ту // Вестник МАДИ. — 2017. — Вып. 3(50). — С. 82–88.
4. Корнилов, Ю. В. Оптимальное управление производством сборного железобетона в условиях рыночного спроса / Ю. В. Корнилов, Д. Н. Суворов // Строительный вестник Российской инженерной академии: Труды секции «Строительство» Российской инженерной академии. Изд-во Российской инженерной академии. — М., 2006 — Вып. 7. — С. 227–229.
5. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes. — Режим доступа: URL: <http://matlab.exponenta.ru/>

© Зыюнг Динь Ту (dontu007@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский Автомобильно-дорожный Государственный Университет

МОДЕЛЬ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

MODEL OF GRAPHICAL REPRESENTATION OF INFORMATION IN THE SOFTWARE PACKAGE FOR PROCESSING EXPERIMENTAL DATA

**Yu. Kostikov
V. Pavlov
A. Romanenkov
V. Ternovskov**

Summary. In this paper, we consider a model of visual representation of the results of field experiments for constructing phenomenological mathematical models and for comparing the experimental data with the results of numerical simulation. The methods and approaches of mapping, saving, converting and interactive data modification are presented. Methods for accelerating the display of data are suggested in the case when the amount of data is large. As an original option, an internal scripting language is proposed, on which non-trivial data processing can be implemented, for example, obtaining values of a given functional dependence on the original data.

Keywords: mathematical modeling, graphical representation of data, WPF control element, level of firmware.

Костиков Юрий Александрович

К.ф.-м.н., Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
jkostikov@mail.ru

Павлов Виталий Юрьевич

К.ф.-м.н., Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)

Романенков Александр Михайлович

К.т.н., доцент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
romanaleks@gmail.com

Терновсков Владимир Борисович

К.т.н., доцент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
vternik@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается модель визуального представления данных натурных экспериментов для построения феноменологических математических моделей и для сопоставления экспериментальных данных с результатами численного моделирования. Представлены методики и подходы отображения, сохранения, конвертации и интерактивной модификации данных. Предложены методы ускорения отображения данных в том случае, когда объем данных велик. В качестве оригинальной опции предложен внутренний скриптовый язык, на котором можно реализовать нетривиальную обработку данных, например, получение значений заданной функциональной зависимости от исходных данных.

Ключевые слова: математическое моделирование, графическое представление данных, элемент управления WPF, уровень микропрограмм.

Введение

При построении феноменологических моделей на основе анализа экспериментальных данных и при сопоставлении результатов математического моделирования с результатами натурных экспериментов почти всегда возникает задача наглядного отображения данных в виде, удобном для анализа и сопоставления результатов. При этом тривиальное отображение функциональной зависимости или построение диаграммы не всегда является конечной целью отображения данных. Возникают потребности в отображении не единичного графика, а, например, серии графиков. Бывает также необходимо выполнить некоторую работу с выведенными данными, например, отбросить явно некорректные точки или подправить некоторые точки графика, скрыть какую-либо его часть, выполнить сглаживание или усреднение по некоторому множеству то-

чек или набору параметров, построить необходимую интерполяцию или аппроксимацию. С задачами такого рода элементы управления, которые предназначены для отображения графиков, не справляются. Резонным оправданием в данном случае является следование принципу разделения областей функциональной ответственности (области ответственности компонентов или элементов управления не должны пересекаться). При использовании стандартных готовых решений возникает дополнительная проблема выполнения вспомогательной конвертации презентуемых данных для того, чтобы воспользоваться стандартным элементом управления. Но этот подход часто является неприемлемым, так как процесс конвертации, помимо того, что он может являться долгим, также может являться вообще не осуществимым если, например, массив данных представляет собой не одну функцию, а серии функции, таких что области их задания пересекаются и для некоторых

значении аргументов существует более одного значения измерения. В данной работе предлагаются решения описанных проблем.

В различных программных продуктах по обработке данных у пользователей появляется необходимость применять собственные методы математической обработки данных и неоднократно повторять какую-либо последовательность действий в процессе работы, например, проводить комплексную настройку отображения результатов. Бывает также необходимо, имея перед глазами графическое представление данных, выполнить их модификацию: передвинуть некоторые точки, деформировать график или его часть, повернуть график, или задать новую функциональную зависимость на основе уже имеющихся данных. Такие опции особенно полезны при построении феноменологических моделей, если при модификации графического представления автоматически изменяются константы и коэффициенты в уравнениях, аппроксимирующих экспериментальные данные.

Как уже было отмечено, в общем случае такой функционал элемент управления для построения графиков предоставлять не должен, и приходится выполнять лишнюю работу: в стороннем приложении готовить новые данные для отображения, выполнять их конвертацию и затем импортировать обратно в приложение. Такие операции, кроме больших временных затрат, требуют достаточно высокой квалификации пользователей, что несомненно влечет дополнительные расходы на их обучение.

Решением, которое предлагается в данной работе, является разработка внутреннего языка элемента управления. А именно, разработка и внедрение системы микропрограмм, включающей описание грамматики языка (Grammar), синтаксический анализатор (Parser), компилятор (Assembler), интегрированную среду разработки (IDE). Предусматриваются различные варианты сохранения программного алгоритма действий: непосредственное написание кода (гибкий) и взаимодействие с предоставляемым интерфейсом (упрощенный). Фактически элемент управления позволяет создавать скрипты, результатом работы которых является модификация исходных данных, создание новых производных данных. Удобство такого подхода состоит в том, что фактическая работа ведется над исходными данными, нет необходимости выполнять какую-либо дополнительную подготовку данных или обработку их в сторонних приложениях.

Графический модуль

Данный модуль (Graphing) предназначен для графического представления и визуального анализа

данных. Иными словами, область ответственности модуля — это построение графиков и визуальная демонстрация данных эксперимента. При этом поддерживается возможность графического, в интерактивном режиме, редактирования копии результатов эксперимента. Предоставляется опция ручного корректирования данных.

В модуле реализован функционал вычисления разницы между двумя выбранными графиками. Часто возникает задача не только грубо, на глаз, оценить какие экспериментальные значения больше либо меньше, но и знать точное отклонение одних объектов от других. Для решения этой задачи разработана возможность вычисления разности между ординатами выбранных графиков. А также предоставляется программная возможность вычисления нормы в пространстве $L_p(\Omega)$, где Ω — множество аргументов:

$$\|f\|_p = \left(\int_{\Omega} |f(x)|^p dx \right)^{\frac{1}{p}}$$

Модуль реализован таким образом, что присутствует возможность вычислить значение $\|f\|_p$ для нескольких значений p и визуально оценить полученные результаты. На рисунке 1 представлена структура модуля.

Кратко опишем его структуру. Класс `RendererBase` предназначен для инициализации начальных настроек для последующей отрисовки.

Под начальной настройкой подразумевается инициализация базовых OpenGL библиотек и установления необходимых связей. Стоит отметить, что выбор работы на столь низком уровне (уровень работы с видеокартой) обусловлен тем, что модуль на программном уровне реализует ускоренное отображение данных, что позволяет избежать «подвисания» при обработке больших объемов данных и обеспечивает плавную работу графического модуля.

Класс `GridRenderer` отвечает за отрисовки и масштабирование сетки; `PlotRenderer` — за отрисовку и масштабирование графических объектов в области вывода; `GraphControl` — элемент управления, отвечающий за отображение набора графиков; `GraphSettings` — класс, определяющий пользовательские настройки графика, такие как параметры пера, параметры заливки и прозрачность; `Scaler` — класс, отвечающий за изменение масштаба изображения; `Series` — содержит набор точек, настройки графика и вспомогательный функционал для работы над точками.

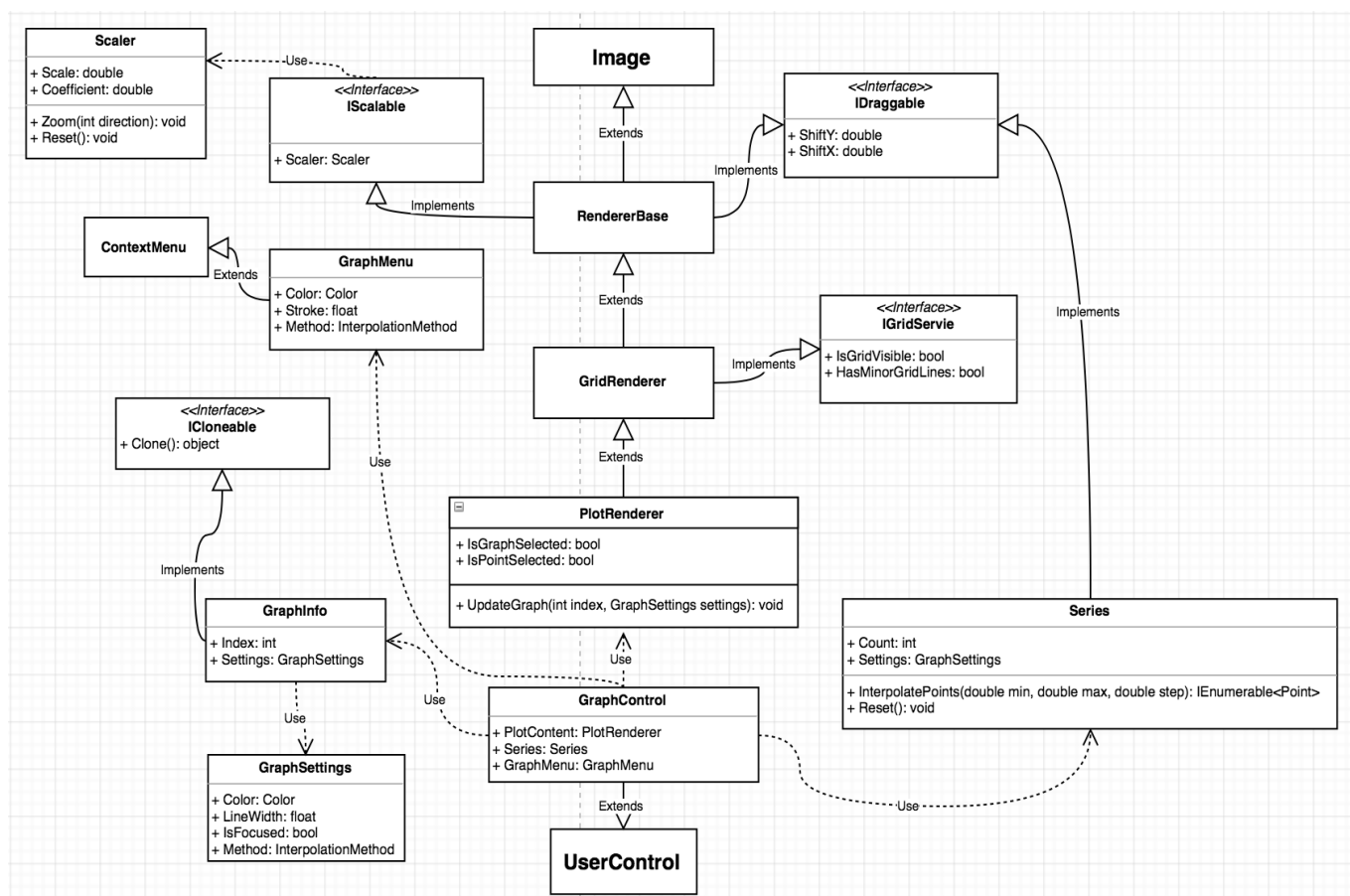


Рис. 1. Структура модуля Graphing

Помимо визуальной компоненты модуля реализован компонент Math. Данный компонент отвечает за реализацию математических методов и алгоритмов. Нередко при отображении данных возникает проблема изломов, разрывов, что может быть обусловлено не только малым количеством точек, но и природой данных. Для устранения такого рода нежелательных эффектов предлагаются различные методы интерполяции и аппроксимации, которые позволяют по заданному набору данных получить, при необходимости, промежуточные значения, а также позволяет придать линиям графика гладкость и плавность.

Интерполяционная часть модуля реализована таким образом, что позволяет в случае необходимости без особого труда добавлять новые методы интерполяции. Такая гибкость достигается благодаря организации полиморфного поведения конкретных реализации методов интерполяции. Перечислим основные методы, которые реализованы на данный момент: метод наименьших квадратов, метод Ньютона, метод Лагранжа, метод Якоби, метод Лаггера, метод Лежандра, метод Эрмита, метод Чебышёва, метод сплайновой интерполяции, метод Три-

гонометрической интерполяции [5, 6, 7]. На рисунке 2 представлена структура модуля Math.

Каждый алгоритм реализован в виде отдельного класса, который наследуется от базового класса InterpolationAlgorithmBase.

Базовый класс получает набор точек для дальнейшего построения, а также описывает два виртуальных метода SetupInterpolation и InterpolateValue, которые переопределяются в каждом из производных классов. Метод SetupInterpolation отвечает за построение интерполянта, то есть в нём реализована логика нахождения коэффициентов полинома, с помощью которых мы можем с некоторой погрешностью восстановить значения исходной функции в заданных точках. Одним из достоинств построенной архитектуры является независимость от конкретной реализации, что позволяет использовать реализацию методов интерполяции на любом .net совместимом языке программирования [3, 4].

Обратимся теперь к модулю микропрограмм. Данный модуль является неотъемлемой частью графическо-

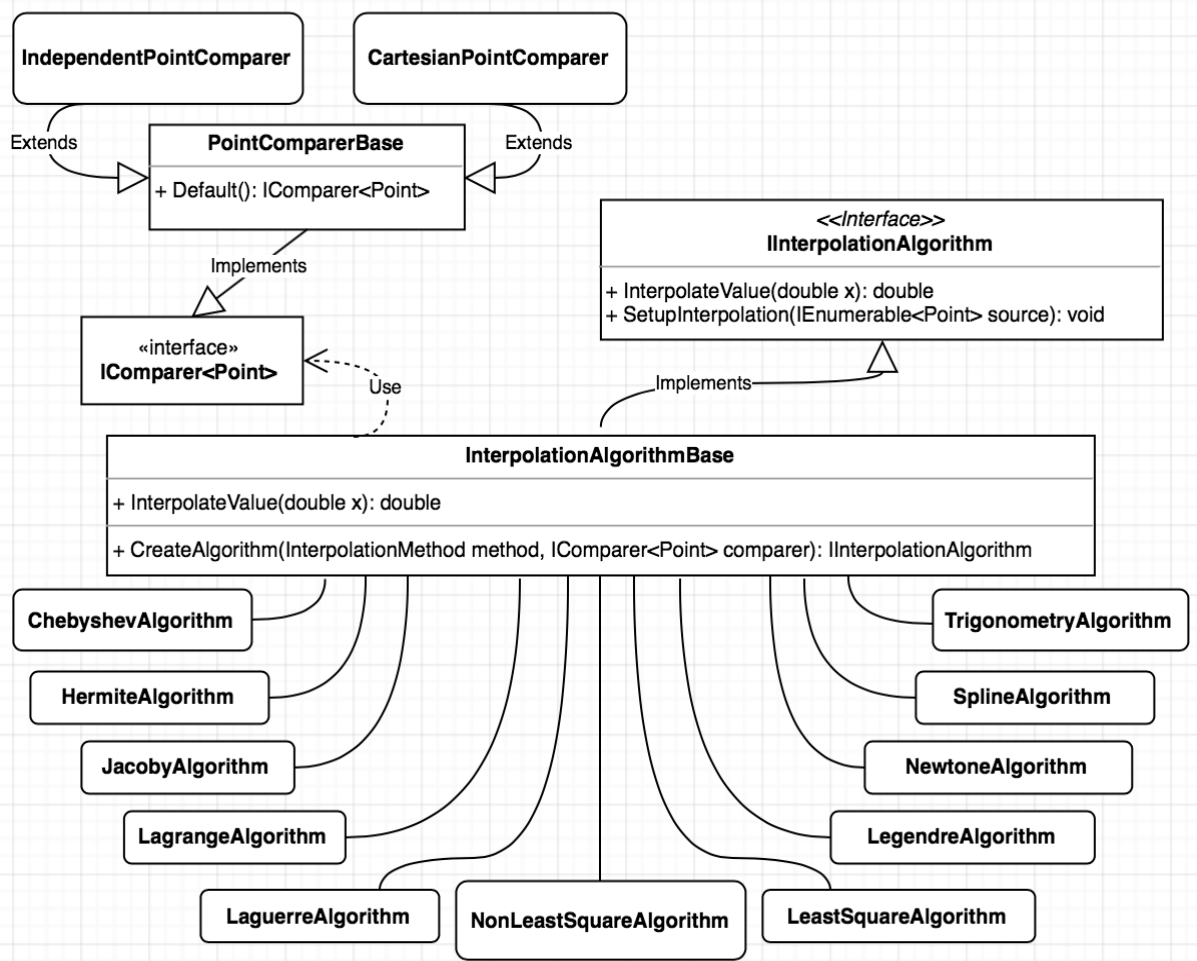


Рис. 2. Структура модуля Math

го модуля, но также допускает независимую реализацию и модификацию. Детально опишем его структуру.

Компонент Grammar

Данный компонент предназначен для определения алфавита, лексического состава, набора правил и конструкций языка. Для этого необходимо задать парадигму программирования и систему типов языка.

Как правило, среднестатистический пользователь программного продукта не имеет навыков написания кода, следовательно, все возможные ошибки требуется находить на этапе компиляции и формировать их подробное описание, что приводит к необходимости строгой типизации. Для программного осуществления действий, предписываемых графическим интерфейсом, и упрощения реализации специфичных методов обработки данных наиболее простым вариантом является парадигма процедурного программирования.

В алфавит языка будут включаться все русские и латинские буквы, цифры, пробельные символы, специальные лексемы конструкций языка. Для упрощения написания микропрограмм код должен анализироваться без учета регистра букв и табуляции.

При разработке лексического состава языка необходимо определить формат записи комментариев, различных типов неименованных констант, таких как строчные, целочисленные и вещественные; назначить знаки для всех типов операций и служебные слова, участвующие в построении конструкций.

Строго определенная структура микропрограмм облегчает синтаксический разбор в процессе компиляции и понимание кода пользователем. Возможный вариант:

1. Необязательный блок объявления глобальных переменных
 2. Необязательный блок объявления функций
 3. Обязательный блок инструкций микропрограммы
- Структура функции:

4. Необязательный блок объявления локальных переменных
5. Обязательный блок инструкций функции.

Компонент Parser

Данный компонент предназначен для построения на основе грамматики языка объектной модели абстрактного синтаксического дерева пользовательской микропрограммы, где корень — точка входа, внутренняя вершина — инструкция, лист — операнд. Используется непосредственно в редакторе для анализа кода в процессе его непосредственного написания пользователем для уведомления в случае некорректных конструкций и при компиляции решения.

В качестве средства разработки была выбрана библиотека Irony, которая поставляется через пакетный менеджер Nuget и имеет лицензию MIT. Irony представляет собой готовое решение для описания грамматики и создания абстрактного синтаксического дерева.

Assembler

Компонент предназначен для компиляции пользовательской микропрограммы в динамически подключаемую библиотеку.

Первым шагом производится семантический разбор кода. В процессе разбора абстрактное синтаксическое дерево переводится в дерево выражений. Выделяются коллекции для хранения списка объявленных переменных и их значений, списка пользовательских функций. На этом этапе происходит поиск ошибок, связанных с некорректным использованием синтаксически верных конструкций, например, использование не объявленных переменных, выполнение операций над данными, неприводимых друг к другу типов. В случае вызова функции, не объявленной в соответствующем блоке, она ищется в списке стандартных, реализованных непосредственно при разработке языка.

После получения готовой к выполнению конструкции необходимо записать её в динамически подключаемую библиотеку. Так как разработка ведется в объектно-ориентированном стиле, файл будет хранить класс (Script), содержащий метод (Run) вызова лямбда-выражения.

В качестве средства построения дерева выражения используется стандартное API платформы, определённое в пространстве System.Linq.Expressions. Оно предоставляет механизмы динамического компилирования и выполнения лямбда-выражений. Формирование библиотеки производится средствами пространства System.Reflection.Emit.

IDE

Пользователям необходимо предоставить интегрированную среду разработки микропрограмм. Она должна включать:

- ◆ интерфейс для открытия и создания исходных файлов, запуска компиляции
- ◆ систему уведомлений для отображения статуса сборки микропрограммы и подробного описания ошибок, обнаруженных в процессе синтаксического анализа и при формировании дерева выражений
- ◆ механизм синтаксической подсветки, выделяющие ключевые слова языка и некорректные конструкции

В качестве средства разработки была выбрана стандартная библиотека Windows Presentation Foundation (WPF) [1, 2].

WPF представляет собой обширный API-интерфейс для создания настольных графических программ, имеющих насыщенный дизайн и интерактивность. В рамках технологии WPF возможна быстрая и гибкая настройка пользовательского интерфейса под нужды пользователя.

Основные возможности:

- ◆ возможность декларативного определения графического интерфейса с помощью специального языка разметки XAML, что позволяет отделять функциональную логику от пользовательского интерфейса.
- ◆ использование возможностей привязки и шаблонов данных позволяет полностью отделить бизнес-логику приложения от пользовательского интерфейса.
- ◆ такие механизмы, как стили и ресурсы, позволяют стандартизировать форматирование и многократно использовать его по всему приложению, а также дают возможность изменить способ отображения элементов.
- ◆ аппаратное ускорение графики — все компоненты пользовательского интерфейса визуализируются с помощью видеокарты, что повышает производительность приложения.
- ◆ независимость от разрешения экрана: поскольку в WPF размеры всех элементов вычисляются в независимых от устройства единицах, приложения на WPF легко масштабируются под экраны с разным разрешением.

В качестве демонстрации приведем примеры отображения серии экспериментальных данных (Рисунок 3) и код, который может быть исполнен на уровне микро-

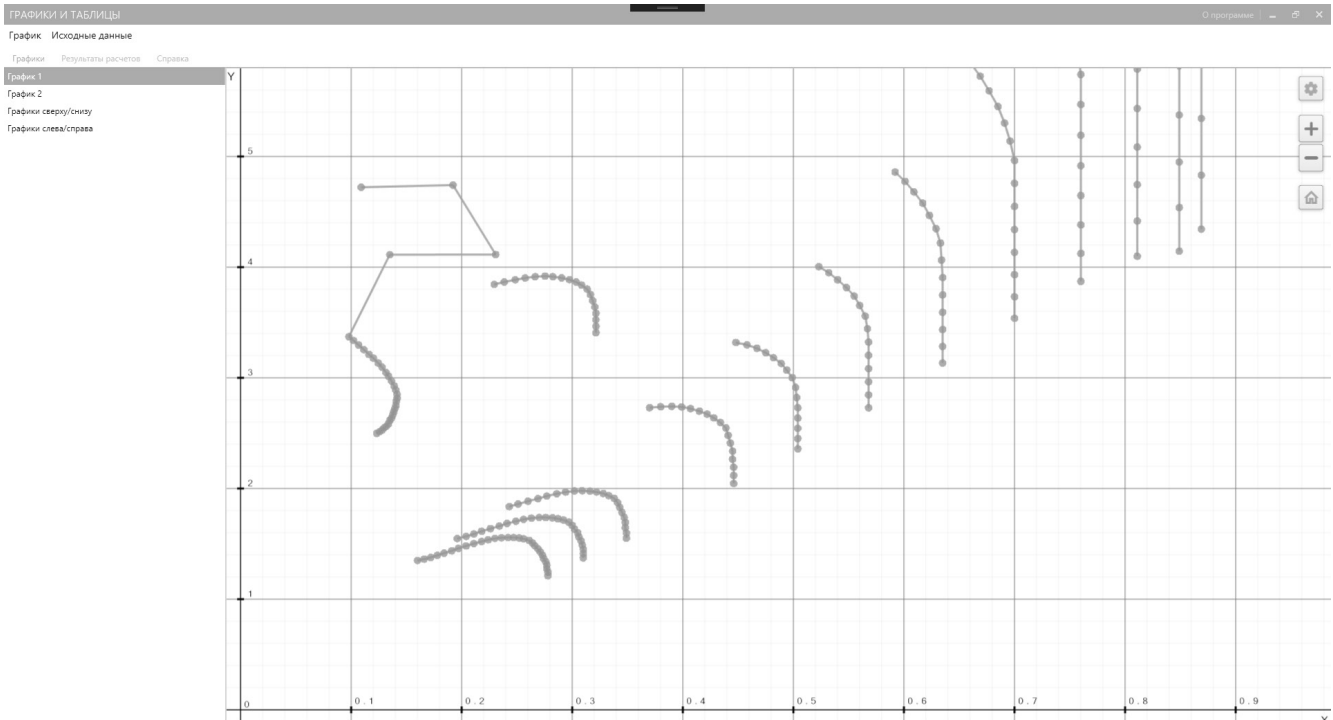


Рис. 3. Серия данных

```

var
  matrix: array[5, 5] of real;
  i, j: integer;

begin
  for i:=0 to 4 do
    for j:=0 to 4 do
      matrix[i,j]:=log(j, 10);
    end
  end
end
    
```

Рис. 4. Заполнение двумерного массива

программ данного модуля (в данном случае — это заполнение двумерного массива). Как видно, показаны серии подобных данных, так же показана возможность выбирать и модифицировать объекты, которые находятся в области вывода.

Заключение

Результатом данной работы является графический модуль, который реализует модель визуального отображения числовых данных с возможностями гибкой настройки параметров отображения и интерактивный режим управления отображением. Модуль поддерживает разные режимы отображения и позволяет выполнять как элементарную обработку эмпирических данных, так и весьма нетривиальную, например, вычислять различные виды отклонений, выполнять интерполяцию с помощью специальных полиномов.

Помимо обработки данных на уровне отображений, реализована возможность обработки данных на лету. А именно, в работе продемонстрирована стратегия разработки языка программирования для решения задач по обработке данных. Перечислены необходимые компоненты и средства их реализации. Указаны существенные аспекты, на которые нужно обращать внимание при разработке такого рода программных решений.

В процессе разработки был решен ряд задач, напрямую оказывающих влияние на производительность, качество представления объектов. Данный модуль реализован на языке C# с применением технологии построения пользовательских интерфейсов — WPF и библиотеки OpenGL. Модуль найдёт применение в системах для обработки данных натуральных экспериментов, для построения и коррекции феноменологических математических моделей, для сопоставления результатов математического моделирования с экспериментальными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Макдональд. WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 4.5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов. Изд. Вильямс. 2015
2. Эндрю Троелсон. Язык программирования C# 5.0 и платформа .NET 4.5. Изд. Вильямс. 2015
3. Стив Макконнелл. Совершенный код. Русская Редакция, Питер. 2007
4. Эрих Гамма, Ричард Хелм, Ральф Джонсон, Джон Влиссидес. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. Изд. Питер. 2016
5. А. Самарский, А. Гулин. Численные методы. Изд. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». 1989
6. В. С. Рябенский. Введение в вычислительную математику. Изд. ФИЗМАТЛИТ. 2008
7. П. Суетин. Классические ортогональные многочлены. Изд. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». 1979
8. Демидов Л. Н., Терновсков В. Б., Григорьев С. М., Крахмалев Д. В. Информационные технологии. Кнорус Учебник\ Москва, 2017.
9. Терновсков В. Б., Данилина М. В., Литвинов А. Н., Кулакова Е. Ю. Роль синергетической концепции образования. Сборник статей победителей IV Международной научно-практической конференции. 2016. С. 69–72.
10. Демидов Л. Н., Костиков Ю. А., Павлов В. Ю., Терновсков В. Б., Современные информационные технологии. Издательство МИРТ Учебник\ Москва, 2017.

© Костиков Юрий Александрович (jkostikov@mail.ru), Павлов Виталий Юрьевич,
Романенков Александр Михайлович (romanaleks@gmail.com), Терновсков Владимир Борисович (vternik@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский авиационный институт

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕТИ ДОСТУПНОСТИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С УЧЕТОМ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF NETWORK SYSTEM AVAILABILITY WITH REGARD TO INFORMATION RESOURCES

D. Xenofontov

Summary. The need for the development of the information subsystems to ensure the transformation of information resources in the network accessibility of the communications system. A model of system dynamics for the assessment of network availability communication system that allows to assess the dynamics of elimination of infection in the network. Reviewed the adequacy of the model network availability communication system and the stages of its modeling and optimization in the environment of Anylogic.

Keywords: network availability, communication, information system, information resource, simulation.

Ксенофонтов Дмитрий Анатольевич

*Старший преподаватель, соискатель, Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного
Xenofontov-dm@mail.ru*

Аннотация. Показана необходимость разработки информационной подсистемы для обеспечения трансформации информационных ресурсов в сети доступности системы связи. Также разработана модель системной динамики оценки эффективности сети доступности системы связи, позволяющая оценить динамику устранения заражения вирусом сеть связи. Рассмотрена адекватность модели сети доступности системы связи и этапы ее моделирования и оптимизации в среде Anylogic.

Ключевые слова: сеть доступности связи, информационная подсистема, информационный ресурс, моделирование.

В большинстве проектов, и проект разработки модели сети доступности системы связи — не исключение, необходим единый подход к применению информационных технологий (ИТ) в системах управления [1]. Руководство, исходя из целей применения сети доступности системы связи, принимает решение о внедрении информационной системы (ИС). Системы управления при разработке модели сети доступности системы связи — от проектирования до эксплуатации стоят немалых ресурсов. Следовательно, необходимы исследования эффективности интегрированной ИС, адаптированной к целям применения сети доступности системы связи. Оценка эффективности проекта по применению информационных технологий является узлом принятия решений о необходимости его разработки.

Под информационной подсистемой, далее подразумевается система трансформации хранения и использования информации, в структуре которой имеются следующие элементы: наличие программное, обеспечение информационными ресурсами, компьютерное оборудование, сотрудники [2].

Современный этап развития систем связи под влиянием динамики информационных технологий делает рискованной разработку адекватной сети доступности связи с ориентиром только на внешнюю среду. Основным генератором функциональности сети оказывается внутренняя среда, ресурсы и эффективность их употре-

бления. Соответственно термин «функциональность» можно трактовать как оптимальное применение основных ресурсов, где существенную роль играют информационные.

Исходя из существующих трактовок предлагается следующее определение: информационные ресурсы сети доступности системы связи — совокупность иерархической структуры данных информационной подсистемы, определяющих ее работоспособность, а их применение позволяет обеспечить управление войсками.

Схема трансформации информации в информационные ресурсы в системе связи показана на рисунке 1. Видно, что на уровне управления стратегией реализуется превращение информации, которая трансформируется в виде информационного ресурса для реализации перспективных проектов.

Это обеспечивается современным компьютерным оборудованием, креативностью персонала, инновациями и нематериальными активами. Они формируют методы применения информационных ресурсов и неразрывно связаны с данным процессом. Совместно с другими типами, информационные ресурсы создают конкурентный потенциал корпорации, и, соответственно, необходим их мониторинг. Чтобы правильно позиционировать информационную подсистему необходимо определить ее назначение и способы функционирования.

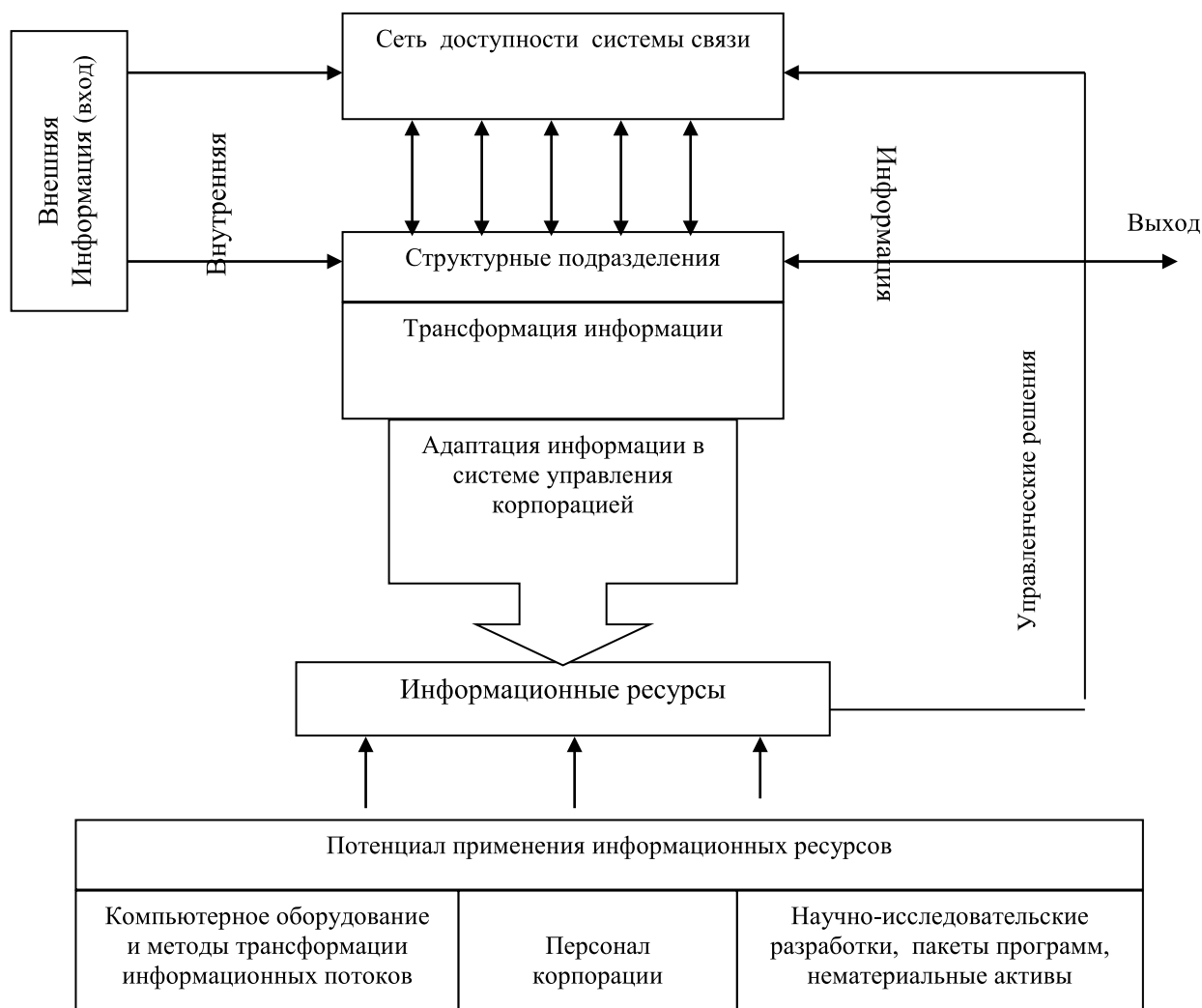


Рис. 1. Структура формирования информационных ресурсов при разработке модели сети доступности системы связи

Прежде всего, отметим характеристики информационной подсистемы, важные при реализации проекта разработки сети доступности системы военной связи. Это система, обладающая полной, достоверной и оперативной информацией, интегрированная со всеми уровнями управления корпорации, основанная на реальных процессах управления, документообороте, обладающая функциями анализа, принятия решений, планирования и контроля. Такая система должна обеспечивать прозрачность для руководства информационных процессов, которая служит залогом управляемости [3].

Для реализации информационной подсистемы при управлении проектом разработки сети доступности системы связи необходимо решать организационные проблемы внедрения информационных технологий с оценкой эффективности, в частности, информационных потоков. Наличие двух факторов (бюджет и эффектив-

ность сети доступности системы связи) свидетельствует о сложности динамики ее функционирования и оценки эффективности [4]. Вследствие этого целесообразно сформировать агрегированный показатель для оценки эффективности проекта сети доступности системы связи. Можно оценить эффективность влияния обоих факторов в сети доступности системы связи следующим образом:

$$\mathcal{E}_e = (P_e - P_o) / P_o \times 100 \quad (1)$$

где \mathcal{E}_e – эффективность сети доступности системы связи; P_e – функциональность при модификации сети доступности системы связи; P_o – базовый уровень функциональности сети доступности системы связи). Показатель (1) учитывает влияние обоих факторов, и является инструментом оценки эффективности сети доступности системы связи.



Рис. 2. Структура информационной подсистемы сети доступности системы связи

Информационная подсистема сети доступности системы связи выполняет ряд функций управления, которые требуют мониторинга для их реализации (рис. 2).

Использование информационной подсистемы обеспечивает реализацию концепции интегрированного менеджмента в системе управления корпорацией и для ее развития, по мнению автора, необходим спиральный подход, характерный для информационных технологий.

Моделируя систему управления корпорацией как совокупность взаимосвязанных контуров управления при поэтапном внедрении сети доступности системы связи можно сделать вывод, что эффективность управления возрастает при ориентации на агентов с улучшением качества передачи информационных потоков и повышением эффективности процессов.

Для оценки функциональности сети доступности системы связи системная динамика является важным инструментарием, в частности для моделирования заражения вирусом системы связи. SIR-модель описывает вывод заражённых объектов из сети доступности системы связи.

Она основана на предположении, что при атаке некоторый объем заражённых объектов избавляется от вируса [5].

Посредством локализации зараженных объектов (отключение этих узлов в сети при устранении вируса) и использования более действенного инструментария восстановления зараженных объектов можно нивелировать кривую зараженных (уменьшить пик объема зараженных объектов), посредством этого способа также можно сократить время устранения атаки и повысить эффективность сети доступности системы связи.

В модели обозначены: (S) — информационные ресурсы, восприимчивые к вирусу, (I) — зараженные ресурсы, (R) — пораженные вирусом объекты, более к нему не восприимчивые, (β) — удельная доля зараженных среди инфицированных объектов, (γ) — удельная доля вылеченных среди восприимчивых, N — общее число объектов системы связи [6].

Исходные величины параметров численного эксперимента в пакете Mathcad: $N = 1000; S = N - 1; I = 1; \beta = 0.00218; \gamma = 0.5; t = 1500$.

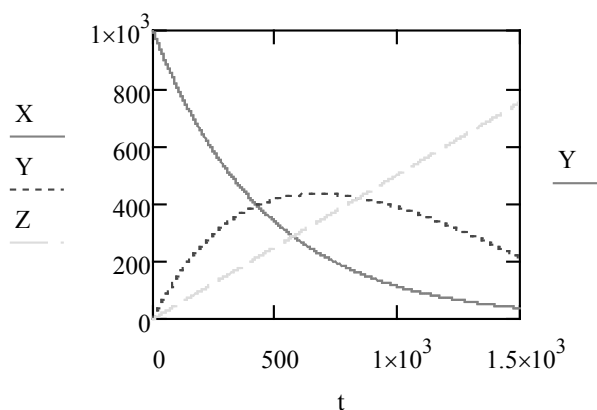


Рис. 3. Динамика устранения последствий вирусной атаки в сети доступности системы связи

$$\begin{aligned} dS/dt &= -\beta S; \\ dI/dt &= \beta S - \gamma; \\ dR/dt &= \gamma, \\ S &= X, Y = I, R = Z \end{aligned} \quad (2)$$

Виден пик объема зараженных объектов и соответственно тренд восстановления функциональности сети доступности системы связи (см. рис. 3).

Доступность системы связи — ее потенциал предоставить руководству и персоналу доступ к ресурсам системы связи при сохранении приоритетов.

В виде критериев эффективности доступности системы связи применяют: вероятность разрешенного доступа абонента к ресурсам системы связи $P_{\text{дост}}$; среднее время доступа в систему связи $T_{\text{ср дост}}$.

Допустимые величины этих показателей составляют:

$P_{\text{дост}} \geq 0,98, T_{\text{ср дост}} = 2 \dots 5 \text{ мин.}$ при уровне загрузки более 80%.

Доступность системы связи достигается: оптимизацией системы связи;

- ◆ зонированием доступности узлов и пунктов ретрансляции связи;
- ◆ планированием ресурсов системы связи с учетом запросов органов управления.

В настоящее время концепция интеллектуальной сети, в частности, сети доступности системы связи, является вектором развития сетей связи. Приоритет ИС (интеллектуальная сеть) основан на преимуществах администрирования связи, операторов сетей и абонентов при реализации услуг ИС [7]. Интеллектуальная

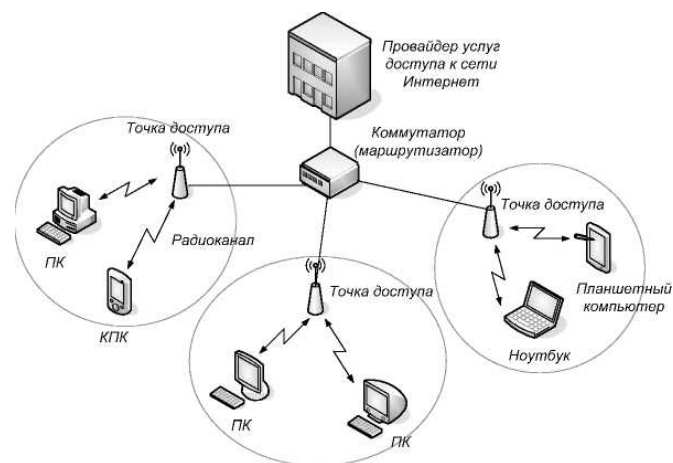


Рис. 4. Структура сети доступности беспроводной системы связи

сеть (IN) — это способ организации услуг на сети электросвязи для оказания дополнительных услуг и управления ими. Одна из целей перехода к архитектуре ИС состоит в упрощении доступа абонентов — к услугам, а для оператора — ввода новых услуг. Развитие таких услуг обусловлено ростом спроса при обмене информацией различных структур в устойчивой обратной связи со своими агентами.

Беспроводные сети связи обладают одним недостатком по сравнению с проводными — нет гарантии безопасности, что характерно для технологий с закрытой средой трансферта сигналов. Структура беспроводной сети показана на рис. 4.

Для моделирования беспроводной сети связи наиболее приемлем пакет AnyLogic [8] поскольку он объединяет возможности создания гибридных моделей на основе моделей системной динамики (СД), дискретно-событийных (ДС) моделей и агентного подхода.

Как известно при постановке задач различают прямые и обратные задачи имитационного моделирования. Далее приводится определение прямой задачи имитационного моделирования.

В частности, при моделировании телефонной станции можно изменять число каналов и тип станции. Определение влияния этих изменений на выходные значения (например, на процент необработанных заявок) будет примером прямой задачи моделирования (см. рис. 5).

Далее приводится формулировка обратной задачи имитационного моделирования (см. рис. 6). Чаще всего имитационное моделирование используется для оценки качества управления сложной системой. Решением на-

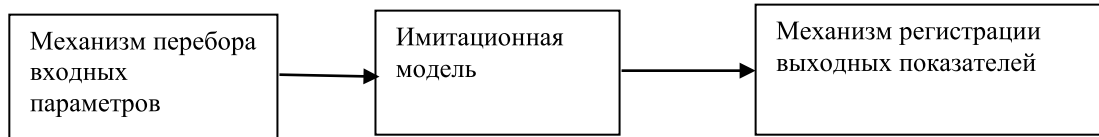


Рис. 5. Имитационная модель при решении прямой задачи

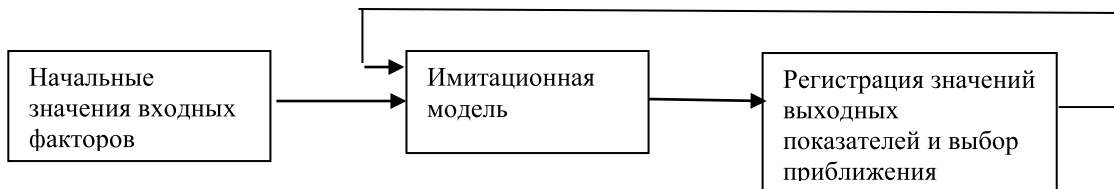


Рис. 6. Имитационная модель при решении обратной детерминированной задачи

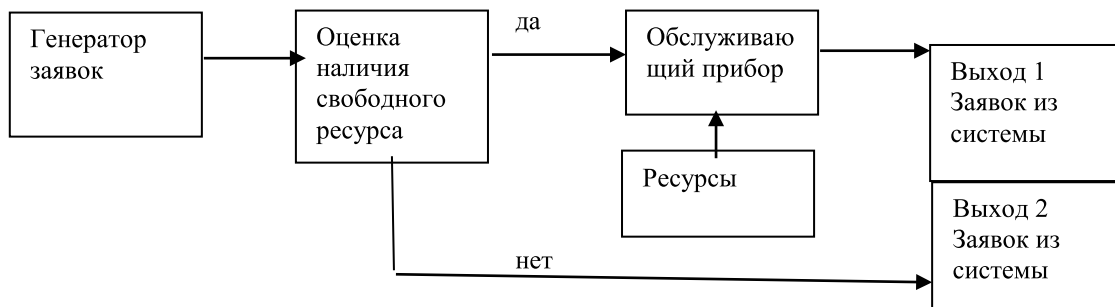


Рис. 7. Структура модели оценки функциональности сети доступности системы связи

зывается выбор одной альтернативы из спектра сценариев.

Многие модели в технике имеют существенные нелинейности, которые можно смоделировать, но трудно выразить аналитически. Это препятствует применению классических методов оптимизации в таких системах. Назначением пакета OptQuest из AnyLogic и является оптимизация систем, что не реализуется посредством классических алгоритмов. В пакете применяются современные алгоритмы оптимизации.

Рассмотрим использование этого оптимизатора на примере системы мобильной связи на основе автоматической телефонной станции, на которую поступают вызовы. Оператор сервиса выбирая оборудование для станции, оценивает параметры потока запросов (частоту звонков) и характеристики потока сервиса (период времени для информации по телефону). Проблема — в оценке числа каналов для максимизации полезности (в частности, прибыль). Введение дополнительных каналов связи приведет к росту функциональности из-за уменьшения числа необслуженных

вызовов, но и к росту издержек по обеспечению безопасности.

Предложим, что каждый необработанный вызов связан с издержками доступности (издержки от неудовлетворенности абонента), а обработанные вызовы обеспечивают функциональность сети доступности системы связи (функция полезности). Тогда в качестве целевой функции в этой модели можно выбрать полезность, в виде разности доходов за сервис вызовов и издержек на сервис станции и доступность к системе связи. Полезность оценивается в единицу времени, например, за минуту.

На рис. 7 представлена структура модели решения этой проблемы. Блок «Генератор заявок» имитирует поступление заявок. Блок «Обслуживающий прибор» может обслужить заявку при наличии свободного ресурса (канал). Блок «Ресурсы» имитирует ограничение ресурсов, его можно задать параметром. Блок «Анализ» направляет вызовы на блок «Обслуживающий прибор», если есть ресурс (канал), либо на выход из системы при его отсутствии [9].

Для оценки эффективности функциональности, нужно подсчитать общий объем информационных ресурсов при моделировании сети доступности системы связи в течение периода времени и объем необработанных информационных ресурсов за это время. Реальной целью моделирования является анализ функциональности при вариации вектора входных параметров системы [10]. В данной задаче таким параметром является N — число поддерживаемых каналов связи. Эффективность функциональности АТС, можно определить следующим образом:

$$F = (Q_o - Q_n) / Q_o. (3)$$

Q_o — общий объем информационных ресурсов в сети доступности системы связи; Q_n — необработанный объем информационных ресурсов в сети доступности системы связи

Увеличение числа каналов связи уменьшает свои и увеличивает функциональность, но при этом растут затраты и риски доступности. Варьируя число каналов при фиксировании остальных параметров системы, можно

определить оптимальное число каналов для максимальной полезности [11].

В заключение следует заметить, что при моделировании критична выборка исходных данных, в частности, вероятности переходов. Достоверность исходной информации определяет и качество результатов. В виде подобных данных используются статистические результаты об отказах за период времени, а также аналитические модели.

Заключение

Таким образом, в этой статье рассмотрены:

- ♦ необходимость разработки информационной подсистемы для обеспечения трансформации информационных ресурсов в сети доступности системы связи;
- ♦ разработана модель системной динамики оценки эффективности сети доступности системы связи;
- ♦ рассмотрена адекватность модели сети доступности системы связи и этапы ее моделирования и оптимизации в среде Anylogic.

ЛИТЕРАТУРА

1. Велихов Е. П., Бетелин В. Б., Кушниренко А. Г.. Промышленная политика инновации: массовые информационные технологии, отечественные системообразующие компании — Москва: Энергоиздат, 2007.
2. Павлов А. А. Информационные технологии как потенциальный фактор современного экономического роста — Москва: Макс пресс, 2007.
3. Боумен К. Основы стратегического менеджмента. — М.: Издательство «ЮНИТИ», 2007. 412 с.
4. Батрик Р. Техника принятия управленческих решений. СПб.: Питер, 2006. 416 с.
5. Башабшех М. М. Использование среды Anylogic при моделировании распространения эпидемии // Современные научные исследования и инновации. 2013. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/04/23264> (дата обращения: 11.11.2017).
6. Д. Ю. Каталевский. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении, 2011.
7. Колбанёв М. О., Яковлев С. А. Модели и методы оценки характеристик обработки информации в интеллектуальных сетях связи. — СПб.: Изд. СПбГУ, 2002. — 230 с.
8. Логиновский, О. В. Моделирование: учебное пособие / О. В. Логиновский, И. В. Емельянова. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. — 115 с.
9. AnyLogic. Учебное пособие по Enterprise Library. — <http://www.xjtek.com/products/anylogic5/enterpriselibrarytutorial.pdf>.
10. Сирота, А. А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем: учебное пособие / А. А. Сирота. — М.: Техносфера, 2006, — 280 с.
11. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 400 с.

© Ксенофонтов Дмитрий Анатольевич (Xenofontov-dm@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРЕОПЕРАЦИОННОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЖНОГО ЧЕХЛА ПРИ ПЕРИАРЕОЛЯРНОЙ АУГМЕНТАЦИОННОЙ МАСТОПЕКСИИ

PREOPERATIVE MATHEMATICAL MODELING OF THE SKIN COVER WITH PERI-AUREOLAR AUGMENTATION MASTOPEXY

**O. Poberezhnaya
V. Zotov
N. Asmedianov
S. Plegunova**

Summary. The owner of a beautiful bosom has to cope with the problem of fading attractiveness, beauty and pride, which brings a lot of stress to the woman and may lead to psychological and emotional disorders. This is the reason why in the whole world surgeries aimed at the improvement of the breast aesthetics are performed on a regular basis. At present, the aesthetic problem of ptosis of mammary glands is addressed through the surgery called mastopexy. This is the fourth most popular surgery among other plastic surgeries. The baseline for the ageing of mammary glands is gravitational ptosis. The operative treatment, which allows to get rid of ptosis and make the breast attractive again, is called mastopexy. The choice of mastopexy type depends on the character of deformity. For patients with minor degrees of mastopexy, periareolar mastopexy is often applied. Periareolar mastopexy is often used together with breast augmentation since due to the implant the breast volume grows, and the excessive skin is excised during mastopexy.

Keywords: mastopexy, correction of mammary gland ptosis.

Побережная Ольга Олеговна

Ординатор, ФГБОУ ВО «Новосибирский национальный
исследовательский государственный университет»
shnagina@rambler.ru

Зотов Вадим Александрович

Д.м.н., профессор, НГМУ, руководитель клиники
пластической хирургии и косметологии ЗАО медицинский
центр «Авиценна»

Асмедьянов Никита Равильевич

ФГБОУ ВО «Новосибирский национальный
исследовательский государственный университет»

Плегунова Софья Игоревна

Ординатор, ФГБОУ ВО «Новосибирский национальный
исследовательский государственный университет»

Аннотация. Обладательница красивого бюста сталкивается с проблемой потери привлекательности груди, что сильно огорчает женщину и приводит к психоэмоциональным расстройствам. Поэтому во всем мире регулярно производятся оперативные вмешательства для улучшения эстетического вида груди. В настоящее время для решения эстетической проблемы птоза молочной используют операцию мастопексию. Популярность данной операции среди других пластических операций стоит на 4 месте. В основе старения молочных желез лежит гравитационный птоз. Существует оперативное вмешательство, позволяющее устранить птоз и вернуть привлекательность груди — это мастопексия. Для пациенток с небольшими степенями птоза часто проводится периауреоларная мастопексия. К ней также часто обращаются, когда совместно с мастопексией проводится и увеличение груди.

Ключевые слова: мастопексия, коррекция птоза молочных желез.

Введение

Периареоларная мастопексия делает грудь более плоской. Подобно более старым процедурам, в которых для создания лучшей формы накладывались швы на паренхиму груди, далее формировали паренхиму груди путем создания нескольких лоскутов внутри молочной железы, которые затем накладывались и подшивались под углом друг к другу так, чтобы создать коническую форму груди. Грудь затем «прошивали» постоянным швом. Постоянный круговой периауреоларный шов размещался в дерме, а затем ушивался таким образом, что размер кожной ареолы соответствовал размеру фактической ареолы. Грудь иногда пришивали к грудной стенке, чтобы поддержать ее форму и расположение. Коже давали возможность расправиться над заново сформированной грудью. Лучше всего эта

техника подходила пациенткам с грудью умеренного размера с небольшой гипертрофией. Для данного метода мастопексии хорошими кандидатками также считались пациентки с тубулярной деформацией груди [5]. Далее возможна периауреоларная мастопексия методом «круглого блока». Идеальной для этого метода является пациентка с истинным птозом, гипоплазией нижнего полюса груди или трубчатой деформацией молочных желез. Для таких пациенток характерно нормальное или высокое положение подгрудной складки, расстояние от соска до подгрудной складки у них нормальное или короткое, а соски направлены вниз. Основными пациентками, которым показана периауреоларная мастопексия, это женщины с трубчатой формой груди, размером грудей от маленького до среднего, с незначительным или умеренным птозом, пациенты с гинекомастией, а также те, кому проводится удаление имплантатов.

Так же возможно провести периареолярную мастопексию, при которой железистые элементы молочной железы поддерживались путем обертывания ткани сеткой, и сетка пришивалась к фасции грудной стенки. Периареолярная дерма размещалась под сеткой, а кожа снаружи стягивалась блокирующим образом, и постоянные швы располагались над сеткой. Результаты были более длительными у пациенток с незначительным/умеренным птозом [7].

Аугментационная маммопластика совместно с мастопексией: Увеличение груди часто сочетают с мастопексией. Процедура увеличения снижает масштаб операции по подтяжке. В этом случае мастопексия может ограничиться периареолярным иссечением кожи для изменения положения сосково-ареолярного комплекса. Объем операции зависит от потребностей конкретного пациента. Полная история и физический осмотр имеют важное значение для этой группы пациенток. Такие пациентки, как правило, старше, чем пациентки, идущие на увеличение груди. Важные вопросы, с которыми надо определиться, это желаемые размер и форма груди, положение груди на грудной стенке и наполненность верхнего полюса. Пациентки с птозом 1 степени нередко проходят операцию по увеличению груди. Пациенткам с птозом 2 или 3 степени, обычно требуется проведение мастопексии наряду с увеличением груди. Если пациентка довольна своим размером груди, мастопексии бывает достаточно. Самая простая процедура увеличивающей мастопексии включает в себя иссечение кожи над ареолой в форме эллипса (иное название — полумесяц), чтобы поднять сосково-ареолярный комплекс по отношению к подгрудной складке [3]. Максимальное расстояние, на которое можно поднять сосково-ареолярный комплекс с помощью такого вида процедуры, составляет около 2 см. Когда требуется умеренная подтяжка кожи или репозиционирование сосково-ареолярного комплекса, может быть показана полная концентрическая мастопексия. Если два круга при этой мастопексии будут полностью концентрическими, то приподнятия соска не произойдет. Чтобы приподнять сосок, внешний круг должен захватывать больше кожи над соском, чем ниже него. Во всех случаях увеличивающей мастопексии разметка проводится до операции, пациентка при этом находится в положении стоя. В операционном зале сосок ареолы вырезают с помощью круглой формы, как правило, от 40 до 45 мм в диаметре. Карман для имплантата создается либо через периареолярный разрез или через часть разреза для мастопексии, и имплантат обычно размещается под грудной мышцей (субпекторально). В месте разреза, как правило, получаются складки, которые могут расправиться в течение 1–2 месяцев. Постоянный шов помогает сохранить рубец узким и предотвращает ареолы от расширения.

Материалы и методы

Физическая модель птоза молочной железы: механические свойства молочной железы определяют гравитационное искажение ее формы, называемое птозом. В той или иной степени, птоз присутствует всегда в вертикальном положении женщины и придает молочной железе естественные очертания, отличающие ее от геометрически правильного конуса или полусферы [4, 5, 7]. С позиции механики птоз развивается под воздействием мышц, вращающих плечо и силы тяжести груди. Так же причиной птоза груди является относительный избыток кожи вокруг ткани молочной железы и ее растяжение и потеря упругости [9, 8]. Упругость — это способность тела сопротивляться искажению формы под внешним воздействием. Пока эта способность сохраняется, очертания молочной железы определяются эластичностью ее тканей. Эластичность — это способность тела обратимо поддаваться механическому искажению. Птоз молочной железы есть не что иное, как «обратимое искажение» ее исходно правильной геометрической формы под воздействием момента силы тяжести. Если же упругое сопротивление падает, искажения становятся необратимыми, грудь уступает моменту силы тяжести, который вытягивает ее, то есть увеличивает высоту конуса и длину его образующих. В вертикальном положении молочная железа опущена и распластана по грудной стенке. Это и есть истинный птоз. Для того чтобы устранить птоз молочных желез, а также воссоздать ее эстетически правильную форму для каждой пациентки, необходимо не просто восполнить объем ткани, но также произвести точный расчет иссекаемой ткани, чтобы результатом оперативного вмешательства была эстетически пропорциональная молочная железа, соответствующая физическим параметрам пациента [4, 8]. В настоящее время сложность проведения периареолярной, аугментационной мастопексии заключается лишь в точности разметки. Для того чтобы точно рассчитать объем иссекаемой кожи в зависимости от объема имплантата необходимо предоперационное математическое моделирование кожного чехла. Для этого нужно учитывать специфику тканей, степени птоза (I–II), вида профиля имплантата, предпочитаемый объем имплантата в миллилитрах, обхвата грудной клетки в сантиметрах, роста пациентки в сантиметрах, объема железистой ткани в сантиметрах, толщины подкожно жировой клетчатки и объем предполагаемого отека [1, 5]. В результате предоперационное планирование периареолярной аугментационной мастопексии приобретает вид точного физического и математического расчета.

Предоперационное планирование: для того чтобы начать предоперационное планирование периареолярной, аугментационной мастопексии, необходимо рассмотреть молочную железу, как физическую

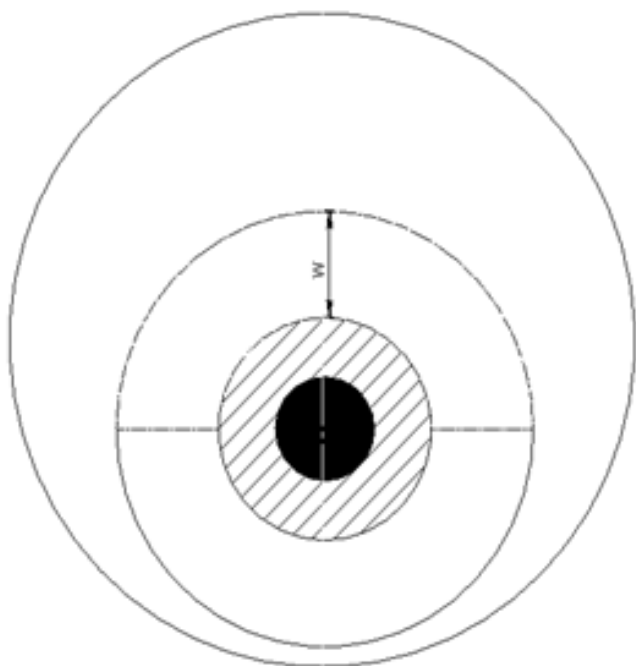


Рис. 1. Условное изображение мастопексии при взгляде сверху. Смещение, даваемое периоллярным сечением шириной w (заштриховано двойной штриховкой). Чёрный — сосок. Одинарная штриховка — ареола.

модель полусферы, а сам предоперационный этап, как математическую модель, который в свою очередь будет включать в себя этапы: планиметрический, стереометрический и физический. Полная математическая модель должна включать в себя следующие данные: стадия птоза (I, II), профиль имплантата (высокий, средний, низкий), предпочитаемый объём имплантата в миллилитрах, обхват грудной клетки в сантиметрах, номер размера груди (I -V), рост пациентки в сантиметрах, расстояние от нижнего края ключицы до соска в сантиметрах, толщина подкожно жировой клетчатки в сантиметрах, толщина железистой ткани в сантиметрах, предполагаемая толщина отёка в сантиметрах. Все перечисленные параметры нужны для того, чтобы смоделировать дальнейший планиметрический этап [2]. Рассмотрение проблемы с точки зрения планиметрии позволяет сделать самую простую оценку с минимальным количеством параметров: стадия птоза, диаметр основания имплантата и необходимое расстояние для перемещения сосково-ареолярного комплекса (его можно пучить из таблицы Павлюка-Павлюченко) [4, 5, 6, 7, 9]. Способ разметки по Павлюк — Павлюченко L — расстояние от середины нижнего края ключицы до со-

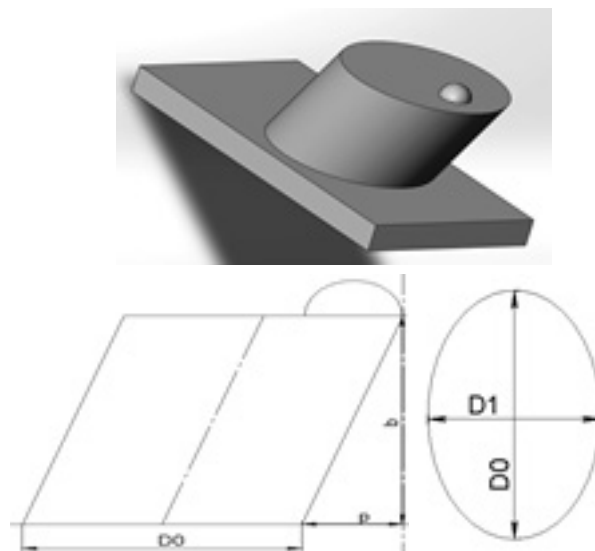


Рис. 2. Представление птозированной молочной железы в виде наклонного цилиндра. b — высота от грудной клетки до соска, вычисляется по таблице обхватов груди и таблице размеров груди, p — сдвиг, вызванный птозом. $D1$ — малый диаметр основания молочной железы, $D0$ — большой диаметр основания молочной железы. Данные модели не являются реальным отображением результата операции, а лишь показывают её приблизительное наглядное действие.

ска, M — расстояние от соска до субмаммарной складки, A — диаметр ареолы

$$L/M = 2 \pm M/A = 2 \quad (1)$$

Планиметрический этап: Вся верхняя полуплоскость кольца оттягивает сосок вверх (Рис. 1). Это смещение можно вычислить, посчитав сумму проекций смещений, даваемых каждым участком кольца, на вертикальную ось. Его ширина w , угол проекции меняется от -90° до 90° . Суммируя непрерывно, получим общее смещение, создаваемое мастопексией:

$$\Delta = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} w \cos \theta d\theta = 2w. \quad (2)$$

Однако птоз может быть исправлен не только смещением соска вдоль грудной клетки, но и растяжением основания молочной железы, если в неё вставить имплантат. К диаметру основания добавится диаметр имплантата и субмаммарная складка сместится ниже соска на расстояние равное радиусу основания имплантата [5]. В результа-

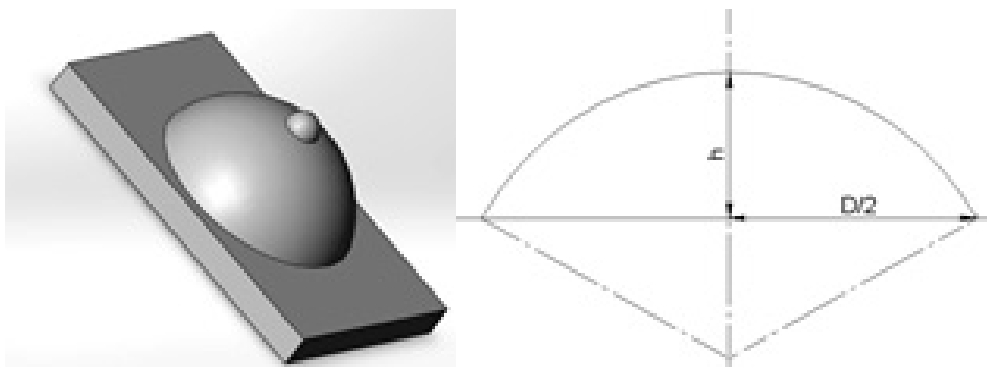


Рис. 3. Представление груди после операции в виде сегмента шара. D — диаметр основания сегмента, h — высота сегмента, оба параметра определяются из табличных данных и данных, введённых пользователем. R — радиус шара. Данные модели не являются реальным отображением результата операции, а лишь показывают её приблизительное наглядное действие.

те расстояние от соска до субмаммарной складки должно составить M сантиметров, где M берётся из таблицы Павлюка-Павлюченко по росту пациентки и расстоянию от середины нижнего края ключицы до соска [6, 7].

$$\Delta + 0.5D - p = M, \quad (3)$$

Подставив формулу(2) получим ширину кольца периареолярного сечения необходимую для устранения имеющейся стадии птоза.

$$w = 0.5(M - 0.5D + p), \quad (4)$$

Где p — размер смещения вызванного птозом, Δ — сдвиг мастопексии, D — диаметр основания. Глядя на эту формулу, можно сказать, что операция с имплантом эффективнее с точки зрения величины сечения, чем усечение без импланта.

Стереометрический этап: данная модель учитывает большее количество параметров, но в её основе лежат более простые принципы. Она не самостоятельна, а дополняет планиметрическую. Это оценка разницы площадей кожи на молочной железе до операции и после [11]. Грудь до операции условно можно представить в виде наклонного цилиндра (Рис. 2). Для этого тела несложно посчитать все геометрические параметры. Параметр $D1$ равен одной шестой охвата груди $G/6$. Параметр $D0$ можно высчитать из других параметров по следующей формуле:

$$D0 = D1 \sqrt{p^2 + b^2} / b = G \sqrt{p^2 + b^2} / 6b. \quad (5)$$

Теперь можно рассчитать площадь поверхности наклонного цилиндра. Площадь основания:

$$S_{основ} = \pi \cdot D1 \cdot D0 = \pi G^2 \sqrt{p^2 + b^2} / 36b, \quad (6)$$

Площадь боковой поверхности:

$$S_{бок} = \pi \cdot D0 \cdot b \quad (7)$$

В итоге получается приблизительная площадь поверхности птозированной молочной железы:

$$S_c = \pi G \sqrt{p^2 + b^2} (b + G/6) / 6b \quad (8)$$

Молочную железу после операции можно условно представить в виде шарового сегмента (Рис. 3) [3, 5]. Диаметр основания складывается из диаметра основания имплантата Di и диаметра основания до операции $D1$, высота молочной железы после операции складывается из высоты имплантата hi , высоты молочной железы до операции b , толщины подкожно жировой клетчатки f , и толщины железы j . Радиус шара из теоремы Пифагора определяется по формуле:

$$R = 0.5h + 0.125 D^2 / h, \quad (9)$$

Площадь сегмента определяется по формуле:

$$S_{seg} = 2\pi R h = \pi (h^2 + 0.5D^2) \quad (10)$$

Разница между (8) и (10) площадями должна уложиться в площадь периареолярного кольца (Рис. 1):

$$S_r = 0.25\pi((A + 2w)^2 - A^2), \quad (11)$$

Где A — ширина ареолы, берётся из таблицы Павлюка-Павлюченко [5, 6, 7].

Далее, опираясь на утверждение $S_r = S_c - S_{seg}$ и решив квадратное уравнение, получим стереометрическую добавку к формуле (4), так же следует добавить величину предполагаемого отёка. Теперь ширина пе-

риареолярного сечения вычисляется следующим образом:

$$w = 0.5\sqrt{4S_r + A^2} - 0.5A + 0.5(M - 0.5D + p) + Ho. \tag{12}$$

Каждый из элементов этой формулы складывается из антропометрических параметров в соответствие с абзацем, предшествующем формуле (9).

Физический этап: этот этап рассмотрения задачи является наиболее полноценным. Здесь так же следует отдельно рассмотреть случаи до операции и после неё. Птозирование молочных желез является по сути своей объектом исследования теории упругости [11], эта теория позволяет описать деформации твёрдых тел под действием нагрузок, опираясь на сведения об упругости их элементарных составляющих: модуль Юнга E и коэффициент Пуассона σ . В нашем случае нагрузкой на элементарный объём является давление слоёв молочной железы лежащих над ним и под ним. Давление определяется плотностью тканей молочной железы $\rho = 1 \text{ г/см}^3$, толщиной $h(x, y, z)$ и ускорением свободного падения $g = 9.8 \text{ м/с}^2$. Элементарных объёмов много и каждый из них действует на соседний с разных сторон. Это действие записывается через специальные таблицы — тензор нагрузок $\sigma_{\alpha\beta}$ (он показывает как и в каких плоскостях направлено давление на исследуемую точку) и тензор деформаций $u_{\alpha\beta}$ (он показывает как, и в каких плоскостях сместится эта точка). В нашем случае (приближение простых деформаций) почти все элементы этих таблиц равны нулю, кроме ниже следующих (нижний индекс показывает место элемента в таблице, соответствующее оси в ДПСК (Декартовой прямоугольной системе координат), где ось X — направлена вдоль силы тяжести, ось Z — направлена от грудной клетки, ось Y — в сторону правой руки пациентки):

$$\sigma_{xx} = -\rho gh(x, y, z) \tag{13}$$

$$u_{xx} = \sigma_{xx} / E = -\rho gh(x, y, z) / E \tag{14}$$

$$u_{yy} = u_{zz} = -\sigma u_{zz} = \sigma \rho gh(x, y, z) / E \tag{15}$$

Элементы этих таблиц не отражают реальную деформацию тела, но связаны с элементами её вектора (u_x, u_y, u_z) через систему дифференциальных уравнений в частных производных которая разрешима, только если считать основание молочной железы фиксированным. В данной работе будет рассмотрена физическая модель в приближении первой стадии птоза или начала второй [11]. Изначально молочная железа рассматривается как идеальный однородный шаровой сегмент (первая картинка на рис. 3) радиуса R и высоты b . В этом случае высота давящего столбика определяется так:

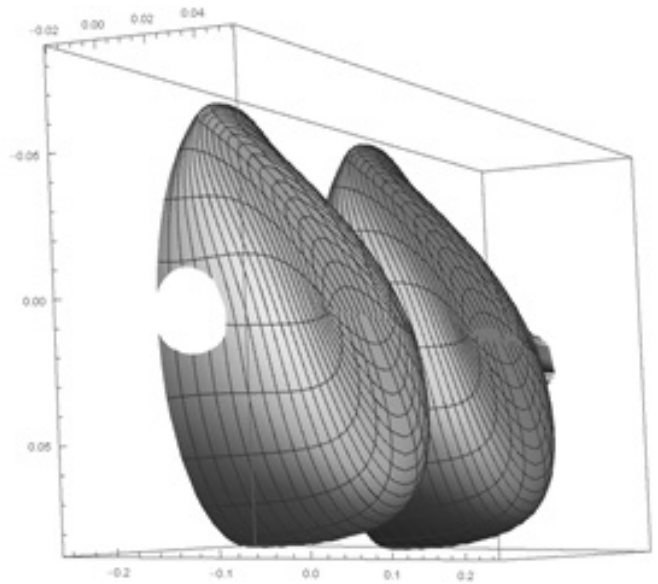


Рис. 4. Модель слабо обвисшей груди построенная по теории упругости с учетом фиксированного основания. Для данной модели использовались следующие параметры: обхват грудной клетки — 100 см, груди в поднятом состоянии 10 см, однородные упругие свойства модуль Юнга 1500 Па, коэффициент Пуассона — 0,95, однородная плотность 1 г/см³

$$h(x, y, z) = x + \sqrt{R^2 - z^2 - y^2}. \tag{16}$$

Система уравнений для нахождения реальных деформаций в данном приближении выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} u_{ii} = \partial u_i / \partial r_i \\ \vec{u}(x, y, R - b) = 0, \end{cases} \tag{17}$$

Где r — радиус-вектор точки, чье смещение мы изучаем, а вместо i нужно подставить x , или z в зависимости от того, по какой оси вы вычисляете смещение. Сами решения представляют собой функциональные ряды из полиномов второй степени и обратных тригонометрических функций, в этой статье представлен только их график для модуля Юнга 1500 Па и коэффициента Пуассона 0,95 (Рис. 4).

Программный аппарат

Консольный этап: Для численной работы с формулой (12), как наиболее точной из откалиброванных было написано приложение на языке программирования C++. Оно имеет консольный интерфейс и позволяет пользователю ввести основные параметры в порядке, запрашивае-

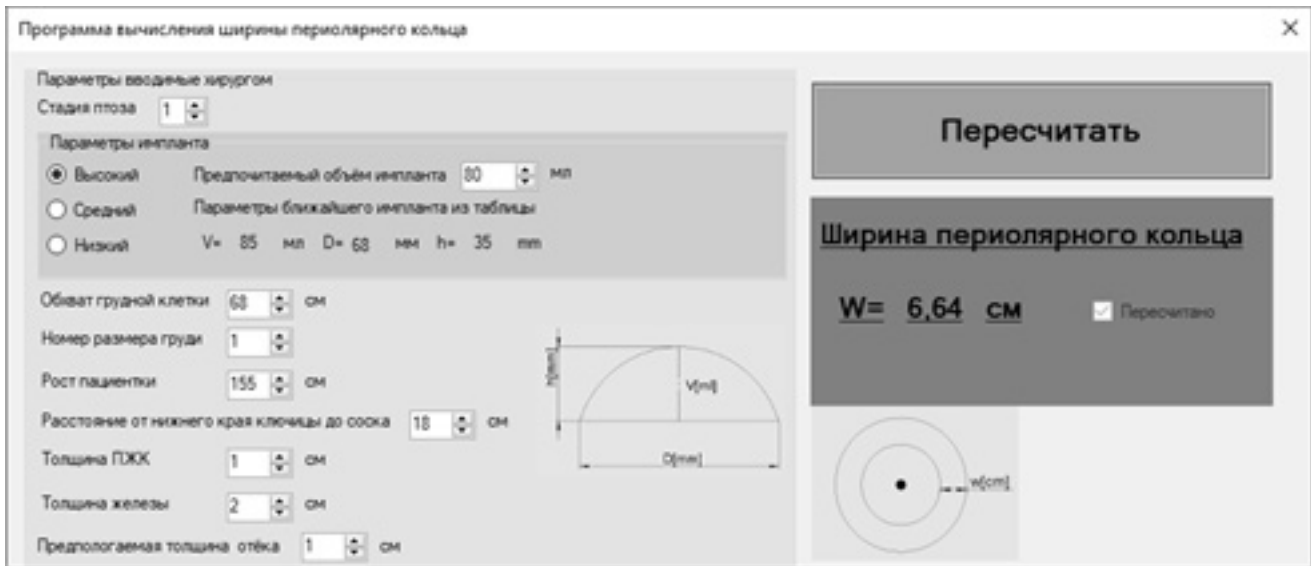


Рис. 5. Скриншот приложения программного аппарата

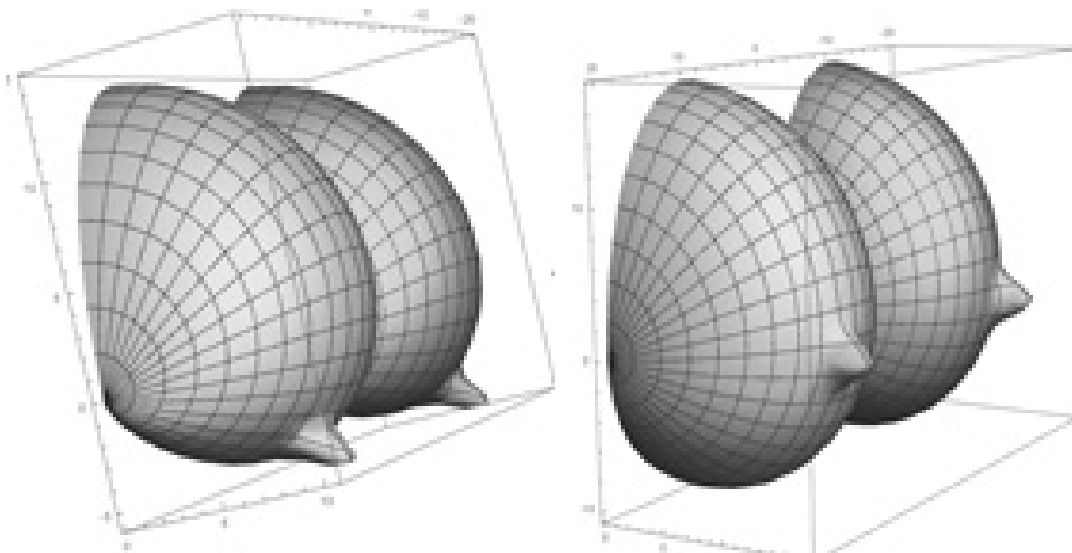


Рис. 6. Предварительная трёхмерная модель груди, построенная в математическом пакете. Слева — до операции, справа — после неё. Перенесение сосково-ареолярного комплекса. Данные модели не являются реальным отображением результата операции, а лишь показывают её приблизительное наглядное действие

мом компьютером, и получить ширину периолярного сечения груди. Этот этап позволил быстро и точно отладить вычислительные моменты программы, но не годится для постоянного использования в клинических условиях.

Оконный этап: На языке программирования C# было написано приложение аналогичное предыдущему, но с более наглядным оконным интерфейсом. Здесь хирург может видеть сразу все параметры, которые необходимо ввести и их значение на картинках [11]. В таком

виде программа может быть использована в клинических испытаниях. В дальнейшем планируется всесторонняя её отладка с учетом требований клиентов. Приложению сопутствует папка со справочными таблицами, откуда оно и узнаёт параметры, не требуемые для ввода.

Трёхмерная визуализация

Предварительная визуализация в математическом пакете: была подготовлена программа [7, 8, 13]

для математического пакета Wolfram позволяющая провести приблизительную демонстрацию формы молочных желез до операции и после неё (рис. 6). Она была основана на приблизительном взаимном соответствии свойств графиков элементарных функций в параметрических координатах и формы женской груди.

Точная визуализация в математическом пакете: Точная модель может быть построена только по завершении физического этапа формирования математической модели, в некотором приближении она видна на рис. 4. С учетом всех поправок и направленностей векторов внешний вид её может измениться. Также он изменится, если за основу модели взять не шаровой сегмент, а конус. *Интегрирование* будет производиться с помощью пакета графических библиотек DirectX на языке программирования C#, в окне, изображенном на рис. 5 снизу появятся две 3D-модели показывающие состояние молочных желез пациентки до и после операции с данными параметрами имплантата и мастопексии, их можно будет рассматривать с разных сторон иправлять необходимые параметры.

Результаты

В ходе проведённой работы на данный момент имеется: математическая модель в стереометрическом приближении. Она позволяет с довольно большой точностью без учета упругих свойств и плотности вычислить ширину кольца лоскута кожи, вырезаемого во время операции. Программный аппарат на её основе даёт возможность численно продемонстрировать работу математической модели. Хирург может сам вводить различные антропометрические параметры и наблюдать за изменениями ширины кольца. Физическая модель птозированных молочных желез является значительным шагом в сторону усовершенствования математической модели и создания точных формул для расчета ширины кольца. Предварительная 3D модель молочных желез для демонстрации эффекта операции позволяет показать изменение формы желез и расположение сосков до операции и после неё.

Обсуждения

Залогом успеха планированной маммопластики является наличие предполагаемых размеров — разметка.

Правильная и точная разметка «основа основ», своего рода, математически обоснованная выкройка, чертеж планируемого объекта. Четкое и правильное нанесение линий разметки, является залогом успешного выполнения аугментационной, периареолярной мастопексии [9]. Многие хирурги дорабатывают разметку в процессе операции, предоперационная разметка, выполненная в положении стоя, помимо всего прочего предоставляет хирургу возможность осуществить оценку планируемого объекта и площади резекции «чехла» молочной железы, выявить асимметрии и нанести исправляющую асимметрию разметку, подобрать и продемонстрировать имплантаты разного объема. Выкройка чехла должна равномерно «сесть» на протез формируя требуемую форму железы [2, 3, 4]. Ткани должны свободно сойтись быть соединены швами без особого натяжения, что предотвращает их прорезание и расхождения в раннем послеоперационном периоде и широкие атрофические рубцы в позднем. Линии хирургической разметки наносят в положении стоя, в зависимости от особенностей строения тела женщины, ее грудной клетки, особенностей ткани молочной железы, а также с учетом ее индивидуальных предпочтений и соображений насчет конечного результата коррекции [3, 12]. В частности, женщина может хотеть максимально подтянутую грудь в виде полусферы, либо в полностью заполненный верхний склон и железу в виде полукапли [6].

Заключение

Благодаря математической модели, точным расчетам с учетом параметров и анатомо-физиологических особенностей каждой пациентки, возможно точное проектирование редуцированного чехла, создание 3D модели молочных желез до и после периареолярной, аугментационной мастопексии [11, 10]. Точность расчетов и визуализация результата позволяет безошибочно произвести верхнюю разметку, а соответственно получить желаемый результат и избежать осложнений [10, 13]. Математическая модель и расчеты, представленные в этой работе ни в коей мере, не утверждают, что теперь грудь женщины подвластна математике, не могут заменить хирургический опыт, талант и кредо хирурга, но математическая модель позволяет лучше понять трехмерную изменяющуюся сложную форму женской груди.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bostwtck J. Correction of breast ptosis. In BoslwickAcslhetic and UecomlruciveKrcaslSuruerv. S. I. Louis, Mosby 2010. P. 67–89.
2. Elsevier N. I. Plastic Surgery. Ird cd. Kotchin. 2010. P. 123–197.
3. Giscs S. Y. Simultaneous breast augmentation and mastopexy. Aesthct. Surg. 2011. P. 12–33.
4. Elsevier N. I. Plastic Surgery. Ird cd. Kotchin. 2010. P. 123–197.

5. Highton K. K. *Groning Mastopexy*. Piactke Elsevier. 2013. P17–37.
6. Hartmann A. K. *Practical Guide to Computer Simulations*, World Scientific 2009. P. 67–89.
7. Plipplei I. H., Neligan P. C. *Plastic Surgery*, Tcnenliaum. M. 2014. P. 11–20.
8. Spear S. L. *Augmentation with mastopexy. Surgery of the Breast Williams fit Wilkins*. 2012. P. 27–42.
9. Lotov K. V. *Physics of continuous media*. Novosibirsk. Institute for Computer Research. 2002. P. 26–55.
10. Steinbrech. R.S., *Augmentation/mastopexy: Plast. Reconstr. Surg.* 2013. P. 4–52.
11. Steinbrech R. S., Walden J. L. *Aesthetic PlaslicSuigety*. ElsevietWhile D. Maxwell, P. G., *Reduction mamm. Plasty*. 2010. P54–78.
12. Shahjtad A. S., Snyder-Watwkk A. K. *Plastic Surgery Sheslak, K. C, Maslooexy*. In: Neligan, P. C, Buck, D. W. 2014. P21–42.
13. Sadd. Martin H. *Elasticity: Theory, Applications, and Numerics*. Oxford: Elsevier. 2005. P. 7–30.
14. Thijssen J. *Computational Physics*. Cambridge University Press. 2007. P. 19–156.
15. Woo A. S., Snyder-Warwick A. K. *Plasty.Surg. Case Review* 2010. P78–85.

© Побережная Ольга Олеговна (shnagina@rambler.ru),

Зотов Вадим Александрович, Асмедьянов Никита Равильевич, Плегунова Софья Игоревна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МЕТОД АДАПТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ КОНТРАСТНОСТИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЕГО К РАСПОЗНАВАНИЮ

METHOD OF ADAPTIVE REGULATION OF DIGITAL IMAGE CONTRASTITY LEVEL AT ITS PREPARATION FOR RECOGNITION

**G. Popov
M. Korneev**

Summary. This work is devoted to the first of these stages — the task of changing the contrast of the resulting digital image in order to provide the most favorable conditions for its subsequent recognition. There are many works on this subject; we mention, in particular, the monograph [2–6].

Keywords: Information technologies, machine vision, automated systems, robotics.

Попов Георгий Александрович

*Д.т.н., профессор, Астраханский государственный
технический университет, Астрахань, Россия*

Корнеев Михаил Игоревич

*Аспирант, Астраханский государственный
технический университет, Астрахань, Россия
korneev.university@gmail.com*

Аннотация. Данная работа посвящена первому из этих этапов — задаче изменения контрастности полученного цифрового изображения с целью обеспечения наиболее благоприятных условий для ее последующего распознавания. Работ по данной тематике имеется много; укажем, в частности, на монографии [2–6].

Ключевые слова: Информационные технологии, машинное зрение, автоматизированные системы, робототехника.

Введение

Задача распознавания изображений является одной из ключевых в системах машинного зрения, которые являются составной частью значительного большинства робототехнических систем. Ранее авторами была предложена концепция построения робота нивелира, предназначенного для выявления нервноностей на поверхности и ее выравнивания, и робота-уборщика, предназначенного для очистки помещений и территорий в любых средах, начиная от помещений и заканчивая морским дном [1]. Столь широкий спектр возможного использования робота предполагает наличие системы машинного зрения, которая способна адекватно приспособляться к изменяющимся внешним условиям работы — как в условиях темных помещений и темноты морских глубин, так и при ярком освещении помещений и в зоне пожара, причем это процесс приспособления должен осуществляться непрерывно по мере изменения характера освещенности зоны просмотра. Поэтому одним из необходимых требований к системам машинного зрения робота-нивелира и робота-уборщика является способность быстрой адаптации зрения к изменениям световых параметров освещенности среды функционирования. Специфическим требованием к распознаванию изображений применительно к роботам-нивелирам и роботам-уборщикам является возможная анизотропность изображения по контрастности и яркости ввиду наличия определенных источников освещения при

работе в помещениях, на пожаре. Имеется еще одно важное требование, относящееся к робототехническим системам в целом, — необходимость работы системы распознавания в режиме реального времени, что применительно к роботу-нивелиру и роботу-уборщику является не столь актуальным, так как предполагается работа указанных роботов в неавтономном режиме, а под контролем некоторого сервера, способного обеспечить высокую скорость обработки данных.

Задача распознавания цифрового изображения распадается на четыре последовательно реализуемых этапа подготовки изображения к распознаванию и непосредственно процесса распознавания (идентификации) объекта.

1. Этапы подготовки цифрового изображения к распознаванию

Подавляющее большинство современных алгоритмов распознавания объектов на цифровых изображениях требуют в качестве входных данных цифровые изображения, которые уже максимально подготовлены непосредственно для реализации процедур распознавания. Это предполагает, что обрабатываемые изображения уже прошли все этапы предварительной их обработки, нацеленной на последующее их распознавание. Поэтому рассмотрим те преобразования, которым подвергаются исходные цифровые изображения на этапе их предварительной подготовки.

Вначале на основе анализа изображения: выявляется наиболее приемлемый тип плотностей распределения изображения и шума, оцениваются их параметры на основе рассмотрения изображения как набора статистических данных, оценивается контрастность изображения. Далее производится процедура эквализации гистограммы яркостей, позволяющая скорректировать яркости отдельных фрагментов или изображения целиком, подстраивая яркости слишком темных или ярких фрагментов и изображений путем повышения или понижения яркости отдельных пикселей, если возникает такая необходимость. На завершающем этапе предварительной обработки производится очистка изображения от шумовой составляющей путем низкочастотной фильтрации. На последнем этапе предварительной обработки производится выделение контуров изображения путем поиска их и бинаризации. Таким образом, в процессе предварительной обработки изображения можно выделить следующие основные этапы:

- 1) анализ контрастности изображения;
- 2) выбор модели шума;
- 3) произвести низкочастотную фильтрацию изображения;
- 4) выполнить бинаризацию градиента изображения.

На рисунке 1 изображена общая блок-схема подготовки цифрового изображения к распознаванию, а также указан непосредственно этап распознавания и идентификации отдельных объектов на конечном изображении P_B . Входными данными являются исходное необработанное изображение P . Кроме того, в процессе преобразования по параметрам контрастности может возникнуть проблема выбора параметров метода преобразования; в частности, если использовать предлагаемый в работе метод преобразования. Также в зависимости от внешней ситуации выбирается функция плотности для гистограммы яркостей H , определяются статистические характеристики яркостей пикселей изображения. В процессе подготовки применительно к конкретным внешним условиям осуществляется выбор модели шума и оценка параметров этой модели. Отметим, в процессе анализа изображения P производится преобразование изображения, целью которого не обязательно является эквализация его гистограммы яркостей H , то есть выравнивание яркостей отдельных пикселей и получение изображения с равномерно распределенными яркостями пикселей. Как будет указано ниже, результатом преобразования по параметрам контрастности на основе предлагаемого ниже метода может получиться изображение с неравномерно распределенными яркостями пикселей.

Далее, в соответствии с описанной выше процедурой, изображение подвергается обработке низкочастотными фильтрами с целью удаления цифрового шума, что повышает эффективность процедуры распознавания

контуров отдельных объектов. Результатом низкочастотной фильтрации является изображение P_N , на котором производится поиск и бинаризация контуров. Таким образом, результатом подготовки изображения P к распознаванию является бинарное изображение P_B . Рассмотрим более детально первый из перечисленных выше этапов — анализ контрастности изображения.

2. Методы оценки контрастности цифрового изображения

В настоящее время в практике распознавания изображений в основном используются приводимые ниже три определения контраста, которые используются также для вычисления контрастности. Первое из этих определений — контраст Вебера, который определяется следующим образом

$$C = (I - I_b) / I_b,$$

где I — яркость отдельного элемента изображения, контрастность которого оценивается, I_b — яркость фона (которая находится путем усреднения любым способом яркостей соседних пикселей). Данный метод оценки контрастности обычно используется в ситуациях, когда на фоне крупных объектов, которые мало различимы по своим цветовым параметрам, имеются мелкие детали. Одним из основных недостатков данного определения контрастности относительно сильная зависимость оценки от контрастности фона, что особенно проявляется при обработке светлых изображений, — в этом случае значение C сильно занижены.

Следующим определением контрастности является контраст Михельсона. Он используется при анализе изображений, на которых площади темных и светлых зон сравнимы, в частности приблизительно равны. Контраст Михельсона для отдельной области изображения вычисляется на основе выражения

$$C = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min}),$$

где I_{\min} и I_{\max} — соответственно минимальное и максимальное значения яркости в анализируемой области изображения. Тогда в знаменателе фактически записано приблизительно удвоенное значение средней яркости.

Третьим из наиболее используемых методов оценки контрастности, применимым практически к любым изображениям, является среднеквадратический контраст, который вычисляется на основе соотношения

$$C = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}, \quad \bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i,$$

где I_i — яркость i -го пикселя рассматриваемой области изображения. Основным недостатком данного определения контрастности является трудоемкость его вычисления, что может привести к проблемам применения данного показателя в системах реального времени.

Приведем еще несколько представляющих интерес методов оценки контрастности изображений. Одним из обобщений показателя Михельсона является показатель В. Ф. Нестерук и Н. Н. Порфирьева, который вычисляется следующим образом

$$C = (I^{2\gamma} - I_b^{2\gamma}) / (I^{2\gamma} + I_b^{2\gamma}),$$

где I — яркость элемента изображения, для которого оценивается контрастность, I_b — яркость фона, γ — параметр, характеризующий физиологические свойства конкретного объекта. По сути предложенная формула включает в себя формулу Вебера как первое приближение. Основным недостатком такого определения является безграничное количество вариантов параметров, при которых значение контраста достигает максимума.

Для определения общей контрастности цифрового изображения при помощи одного из перечисленных выше методов оценки контрастности (Вебера, Михельсона или среднеквадратического) обычно выполняются следующие действия. Вначале вычисляются локальные значения контрастов во всех пикселях изображения или в группах пикселей, после чего полученные значения каким-либо образом усредняются. Результирующее значение и рассматривается в качестве интегрального показателя контрастности изображения. Однако возможны и другие подходы к оценке контрастности изображения. Рассмотрим один из них — метод Воробель. Этот метод позволяет оценить степень контрастности цифрового изображения на основе оценок контрастностей отдельных пикселей или элементов изображения на основе формулы:

$$C_L = (I_1 - I_2) / I_{max},$$

где I_1 и I_2 — яркости элементов изображения, I_{max} — максимальное значение яркости элементов изображения. Отсюда. В частности следует, что максимальное значение локального контраста достигается при минимальном значении яркости одного из элементов и максимальном значении яркости другого, а минимального — при равенстве яркостей сравниваемых элементов.

Для подсчета общего контраста Воробель предложил метод, базирующийся на линейном описании локальных контрастов

$$C_G = \frac{1}{2I_{max}} \int_0^\infty \left| 2(I - \bar{I}) + I_{max} - \left| 2(I - \bar{I}) - I_{max} \right| \right| \cdot h(I) dI,$$

где $h(I)$ — гистограмма яркостей анализируемого изображения.

Основным недостатком вышеперечисленных стандартных методов определения контраста цифрового изображения является то, что они дают оценку контрастности анализируемого относительно некоторого стандартного изображения со сбалансированной контрастностью, что порождает необходимость оценки контрастности эталонного изображения для последующего сравнения полученного значения со значением, вычисленным для анализируемого изображения. Кроме того, перечисленные методы совсем не рассматривают проблему анизотропности освещения объектов на изображении, что может иметь важное значение для робототехнических устройств, работающих в зонах с выделенными источниками освещения. Также не убедительна конечная цель рассмотренных выше методов повышения контрастности путем выравнивания яркости всех пикселей — эквализации изображения, так как конечной целью должно быть повышение различимости всех объектов, представленных на исходном изображении, что не обязательно достигается при равенстве яркостей всех пикселей изображения.

Таким образом, возникает потребность в разработке новых методов оценки контрастности цифрового изображения, которые бы при этом не использовали эталонного изображения, а также таких методов преобразования изображения по показателям контрастности, которые бы учитывали возможную анизотропность исходного изображения и повышали различимость его отдельных элементов.

3. Преобразование изображения на основе специальной метрики.

В основу предлагаемой совокупности методов преобразования изображения по показателям контрастности используется метрика Скорохода, используемая в теории случайных процессов. Напомним ее определение [7]: метрика Скорохода (Скорохода — Прохорова) — это расстояние между двумя функциями $x(t)$ и $y(t)$ в пространстве $D[0, T]$ функций без разрывов второго рода, определяемое так:

$$d(x, y) = \inf \{ \|x(f(t)) - y(t)\| + \|f(t) - t\| \}, \tag{1}$$

где $\|*\|$ — равномерная норма $\|x\| = \sup |x(t)|$, супремум берется по всем t из $[0, T]$, $f(t)$ — возрастающая не-

прерывная функция, переводящая $[0, T]$ в себя, то есть $f(0)=0, f(T)=T$, и внешний инфимум берется по всем таким функциям f . Поясним содержательный смысл метрики Скорохода. Степень близости двух функций $x(t)$ и $y(t)$ оценивается следующим образом. Деформируем функцию $x(t)$ вдоль горизонтальной оси Ot с помощью нелинейной деформации этой оси на основе заданной функции $f(t)$. Тогда расстояние по любой приемлемой метрике (например, по евклидовой) между деформированной функцией $x(f(t))$ и исходной (эталонной) функцией $y(t)$ может рассматриваться в качестве меры близости между функциями $x(t)$ и $y(t)$ — данное понимание близости функций определяется первым слагаемым в правой части (1). Однако, при этом можно так выбрать деформирующую функцию $f(t)$, что функции $x(f(t))$ и $y(t)$ полностью совпадут, что приведет к нулевому расстоянию между функциями, который не соответствует обычному пониманию равенства двух функций и поэтому является неприемлемым. Для того, чтобы исключить подобные ситуации, в правой части (1) вводится второе слагаемое, контролирующее степень деформации горизонтальной оси: чем больше величина $\|f(t)-t\|$, тем сильнее деформируется ось Ot . Таким образом, при сильной деформации оси Ot может быть малым первое слагаемое в (1), но тогда большим будет второе слагаемое; при малой деформации горизонтальной оси, наоборот, малым будет второе слагаемое, но большим будет первое. Следовательно, существует такая деформация $f(t)$ оси Ot , при котором их сумма будет минимальна — инфимум в правой части по всем деформирующим функциям $f(t)$. Именно описанное понимание близости двух функций $x(t)$ и $y(t)$ и заложено в метрике Скорохода (1).

Данное толкование близости двух функций может быть перенесено на оценку близости яркостей двух изображений — имеющегося и эталонного. Именно, введем следующую метрику близости яркостей двух изображений: эталонного $I_E(x, y)$ и полученного изображение $I_P(x, y)$ в точке на изображении с координатами $(x; y)$. Тогда в качестве меры близости яркостей указанных двух изображений возьмем величину:

$$D(I_P; I_E) = \inf_{f(x,y)} \{ |I_P(f(x,y)) - I_E(x,y)| + \|f(x,y); (x,y)\| \}, \quad (2)$$

где $f(x, y) = (f_1(x, y); f_2(x, y))$ — непрерывная функция, компоненты $f_1(x, y)$ и $f_2(x, y)$, которой монотонно возрастают по переменным x и y ; функция $f(x, y)$ переводит область изображения $[0, x_{\max}] \times [0, y_{\max}]$ в самое себя, то есть $f_1(0, 0) = 0, f_2(0, 0) = 0$ и $f_1(x_{\max}, y_{\max}) = x_{\max}, f_2(x_{\max}, y_{\max}) = y_{\max}$. В качестве расстояния $\|f(x, y); (x,y)\|$ предлагается евклидово расстояние, то есть величина:

$$\|f(x, y); (x,y)\| = \sum_i \sum_j \sqrt{(f_1(x_i, y_j) - x_i)^2 + (f_2(x_i, y_j) - y_j)^2} \quad (3)$$

где в правой части суммы берутся по всем пикселям изображения: индекс i указывает на номер строки изображения, а индекс j на номер столбца.

Применительно к рассматриваемой задаче улучшения матрицы яркостей исходного изображения P в качестве конечного результата P_K берется функция $I_P(f(x_i, y_j))$ для пикселя с координатами (x_i, y_j) .

Формула (2), (3) обобщают понятие метрики Скорохода на случай функций двух переменных. В качестве эталонной яркости можно взять функцию, равную максимальной яркости, то есть $I_E(x, y) = I_{\max}$. В случае, если необходимо выделить отдельную область S изображения можно положить $I_E(x, y) = I_{\max}$ для всех $(x, y) \in S$ и равным любому меньшему значению (например, нулю) вне области S . Далее, очевидно, что функция $f(x, y)$, минимизирующая выражение (2), учтет все особенности изображения P , в том числе и возможную его анизотропность.

Основным недостатком формулы (2) является необходимость решения задачи оптимизации минимаксного типа, причем эта задача должна решаться в режиме реального времени. Имеются методы решения подобных задач (см., например, [8]). Однако, целесообразно адаптировать эти методы к специфике рассматриваемой задачи, что предполагается выполнить в последующих работах авторов.

Рассмотрим несколько вариантов усовершенствования функции D с учетом специфики рассматриваемой задачи.

Прежде всего, аналогичное (2) выражение может быть записано и в случае, когда используются любые другие типы систем координат. Наибольший интерес представляет полярная система координат, так в ней наиболее просто выделяются направления, соответствующие источникам освещенности — вдоль этих направления функция $f()$ зависит только полярного радиуса, но не зависит от полярного угла.

Далее, формула (2) в равной степени учитывает как деформации функции I_P — первое слагаемое в правой части (2), так и деформации координат пикселя — второе слагаемое в правой части (2). Однако, с точки зрения распознаваемости изображения возможно необходимо учитывать каждое из этих слагаемых в разной степени, то есть необходимо ввести положительные весовые коэффициенты w_I и w_f в правой части (2). Конкретные числовые значения этих коэффициентов предполагается оценить на основе экспериментов применительно

к каждой конкретной области возможного применения указанных выше роботов.

Рассмотрим теперь задачу изменения параметров пикселей не только по значению яркости, но цветовой палитре пикселя, заменяя для повышения распознаваемости изображения цвета пикселей на близкие значения. Так как любая гамма цвета представляется в виде смеси красного, зеленого и синего цветов, то в этом случае исходная интенсивность I в каждой точке изображения распадается на три составляющие I^R, I^G и I^B , соответствующих красному, зеленому и синему компонентам. То есть вместо функций $I_p(x, y)$ и $I_E(x, y)$ имеем векторы

$$I_p(x, y) = (I_p^R(x, y); I_p^G(x, y); I_p^B(x, y)) \text{ и}$$

$$I_E(x, y) = (I_E^R(x, y); I_E^G(x, y); I_E^B(x, y))$$

соответственно. Тогда формула (3) с учетом также весовых коэффициентов w_I и w_f может быть записана в виде (4), где (см. (5), $w_p > 0$, $w_f > 0$ и можно принять, что $w_p + w_{pf} = 1$).

Результатом решения задачи преобразования контрастности изображения является функция

$$I_p(f(x_i, y_j)) = (I_p^R(f(x_i, y_j)); I_p^G(f(x_i, y_j)); I_p^B(f(x_i, y_j)))$$

по всем пикселям (x_i, y_j) изображения, если представляют интерес интенсивности отдельных цветовых составляющих преобразованного изображения, либо

$$I_p^{(S)}(f(x_i, y_j)) = I_p^R(f(x_i, y_j)) + I_p^G(f(x_i, y_j)) + I_p^B(f(x_i, y_j)),$$

если при дальнейшем анализе изображения достаточно знать суммарную интенсивность $I_p^{(S)}$ каждого пикселя.

При обработке изображений в некоторых сферах деятельности вводится ограничение на множество возможных значений функции яркости I ; именно, задается некоторый дискретный набор уровней яркости L и предполагается, что функция интенсивности может принимать значения только из этого набора. В этом случае можно округлить значения

$$I_p^{(S)}(f(x_i, y_j)) = I_p^R(f(x_i, y_j)) + I_p^G(f(x_i, y_j)) + I_p^B(f(x_i, y_j))$$

или $I_p^{(S)}(f(x_i, y_j))$ до ближайшего значения интенсивностей из L . Однако, полученное таким образом решение может оказаться неоптимальным, хотя и очень близким к нему. При повышенных требованиях к качеству обработки изображений для решения задачи при заданных возможных значениях уровней яркости L предпочтительнее решить оптимизационные задачи (2) или (4) при дополнительном ограничении, что значения всех интенсивностей I принадлежат множеству L . Методы решения полученной задачи требуют дополнительного анализа.

Заключение

В результате проделанного анализа существующих методов подготовки цифрового изображения к распознаванию, которые включают в себя анализ изображения, преобразование яркостей (эквализацию гистограммы яркостей), низкочастотную фильтрацию шума, поиск и бинаризацию контуров изображения. В работе основное внимание уделено преобразованию яркостей, которое позволяет скорректировать низко-контрастные, высококонтрастные, темные и яркие изображения, включая их цветовую палитру. Предложены новые методы преобразования яркости, позволяющие повысить эффективность обработки цифрового изображения на последующих этапах.

$$D^{(C)}(I_p; I_E) = \inf_{f(x,y)} \{w_p \|I_p(f(x,y); I_E(x,y))\| + w_f \|f(x,y); (x,y)\|\} \tag{4}$$

$$\|I_p(f(x,y); I_E(x,y))\| = \sum_i \sum_j \sqrt{(I_p^R(f(x_i,y_j)) - I_E^R((x_i,y_j)))^2 + (I_p^G(f(x_i,y_j)) - I_E^G((x_i,y_j)))^2 + (I_p^B(f(x_i,y_j)) - I_E^B((x_i,y_j)))^2} \tag{5}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Г. А., Белов С. В., Корнеев М. И. КОНЦЕПЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ РОБОТА-НИВЕЛИРА // Проблемы современной науки и образования № 7 (89), 2017. — С. 22–24 Печать
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. — Кн. 1,2. — М.: Наука, 2000. — 1024 с.
3. Ярославский Л. П. Введение в цифровую обработку изображений. М.: Мир, 1992. — 344 с.
4. Гольденберг Л. М. и др. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов. — М.: Радио и связь, 1990. — 256 с.
5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005.
6. Pitas I., Venetsanopoulos A. Nonlinear Digital Filters: Principles and Applications. — Boston, MA: Kluwer, 1990.
7. Mitra S., Sicuranza G. Nonlinear Image Processing. Academic Press, 2001.
8. Траер Д., Джейн К. Целевая оценка эффективности методов бинаризации // URL: http://citeseer.nj.nec.com/cache/papers/cs/4013/ftp: zszszftp.ifi.uio.no/zszszpubzsztrierzszeval_tr.pdf/goal-directed-evaluation-of.pdf, 1995.
9. Лукин А. Введение в цифровую обработку сигналов (Математические основы). — М.: МГУ, Лаборатория компьютерной графики и мультимедиа, 2002. — <http://pv.bstu.ru/dsp/dspcourse.pdf>, <http://dsp-book.narod.ru/dspcourse.djvu>, <http://geogin.narod.ru/arhiv/dsp/dsp4.pdf>.
10. Скороход А. В. Предельные теоремы для случайных процессов. Журнал Теория вероятностей и ее применения, Т. 1 (1956), С. 289–319.
11. Демьянов В. Ф., Малоземцев В. Н. Введение в минимакс. — М., Наука, 1972, 368с.

© Попов Георгий Александрович, Корнеев Михаил Игоревич (korneev.unity@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Астраханский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК ИЗ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

THE DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE FOR STATISTIC QUALITY CONTROL OF THE ACCURACY OF TREATMENT OF TRAINING FROM WOOD MATERIALS

**B. Pruss
V. Romanov**

Summary. The article describes the developed software for calculating the parameters of the statistical control of the precision of machining of blanks from wood materials. The structure of the developed software is described. An example of using the software is given.

Keywords: software, statistical quality control, precision processing.

Прусс Борис Наумович

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск
prussbor@gmail.com*

Романов Виктор Александрович

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск
vromanov62@mail.ru*

Аннотация. В статье описано разработанное программное обеспечение для расчёта параметров статистического контроля точности обработки заготовок из древесных материалов. Описана структура разработанного программного обеспечения. Приведен пример использования программного обеспечения.

Ключевые слова: программное обеспечение, статистический контроль качества, точность обработки.

Точность оценивает соответствие результата исполнения технологического процесса формирования измеряемых и контролируемых параметров деталей, сборочных единиц, изделий, характеристик режимов и процессов заданным значениям. Точность выявляется сопоставлением заданных или нормируемых значений, контролируемых параметров с фактическими их значениями, определяемых измерениями [1, с. 4].

Стабильное исполнение технологического процесса, в заданных параметрах, с постоянной точностью дает возможность получить все изготавливаемые изделия с одинаковыми параметрами. Все эти изготовленные изделия являются взаимозаменяемыми. Взаимозаменяемость является условием стабильной работы современного производства. Она органически связывает по точности исполнения в единое целое конструирование, технологию и контроль для обеспечения равнозначности параметров и свойств изделий одинакового назначения.

При механической обработке, в производстве изделий из древесины характеристика точности используется, в основном, при оценке качества исполнения детали. Существуют два основных способа контроля точности (качества):

- ♦ создание систем приборов и инструментов, которые встраиваются в технологическое оборудование и постоянно контролируют заданные параметры продукции в процессе ее изготовления;

- ♦ выборочные формы контроля качества продукции в процессе ее изготовления.

Под точностью обработки понимают степень соответствия размеров и формы деталей, полученных в процессе обработки, размерам и форме деталей, заданных чертежом. На практике о точности механической обработки судят по величине и характеру погрешности, т.е. степени несоответствия формы обработанной детали форме или размерам, заданным чертежом.

Различают погрешности размеров (линейные) и формы (косоугольность, покособленность), а также погрешности макроформы и шероховатость поверхностей детали.

По характеру получаемых погрешностей обработки партии деталей различают погрешности систематические и случайные. Систематическая погрешность остается постоянной или же закономерно изменяется во времени для каждой последующей, обработанной детали. Такие погрешности чаще всего возникают от неправильной подготовке и эксплуатации инструмента. Своевременный и точный расчет потребности в дереворежущем инструменте способствует повышению качества выпускаемой продукции [2, с. 125]. Случайные погрешности имеют различные значения для каждой детали обработанной партии, и их появление не подчиняется никакой видимой закономерности.

Таблица 1. Результаты замеров контролируемого параметра

Номер замера	Значение	Номер замера	Значение	Номер замера	Значение	Номер замера	Значение
1	8,15	14	8,7	27	7,93	40	8,37
2	8,23	15	8,32	28	8,16	41	8,34
3	8,09	16	8,2	29	8,22	42	8,00
4	8,14	17	8,37	30	8,01	43	8,04
5	8	18	8,17	31	7,83	44	8,13
6	8,45	19	8,07	32	7,99	45	7,97
7	8,2	20	8,25	33	8,09	46	7,96
8	8,39	21	7,76	34	8,16	47	8,16
9	8,11	22	7,98	35	8,03	48	8,11
10	8,26	23	8,19	36	8,30	49	8,12
11	8,09	24	8,32	37	8,26	50	8,20
12	8,47	25	7,89	38	8,40		
13	7,96	26	8,17	39	8,05		

Погрешности количественно можно определить двумя методами: расчетно-графическим и статистическим. По расчетно-графическому методу определяют отдельные составляющие погрешности с учетом факторов, вызывающих их появление. Затем эти погрешности складывают алгебраически и получают суммарную погрешность. Статистический метод — наиболее распространенный метод вариационной статистики, применяемый в деревообработке для количественного определения погрешностей. Далеко не все участвующие в производстве факторы обладают постоянством, на уменьшение их изменчивости и направлены статистические методы контроля и управления качеством [3, с. 71]. В большинстве случаев, результаты замеров погрешностей подчиняются закону нормального распределения значений.

Согласно закону нормального распределения, закону Гаусса, вероятность отношения числа благоприятных случаев к числу возможных случаев, определяется по формуле

$$y = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot 5^{-\frac{E_i^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где $e=2,71828$ — основание натурального логарифма;
 $\pi = 3,14159$;
 σ — среднее квадратичное отклонение;
 x_i — среднее значение интервала.

Алгоритм оценки точности партии деталей содержит следующие этапы: определение размаха выборки, расчет оптимальной величины интервала, построение интервалов вариационного ряда, определение эмпи-

рической частоты, расчет среднего арифметического значения вариационного ряда, вычисление дисперсии и среднеквадратического отклонения выборки, построение теоретической кривой нормального распределения, построение практической кривой рассеивания, расчет процента брака в партии деталей.

Для реализации описанного выше алгоритма на кафедрах технологии деревообработки и информационных технологий и ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет» разработано программное и информационное обеспечение, включающее реляционную базу данных из шести таблиц. Таблица T_Laplas используется для хранения данных о значении функции Лапласа. Четыре таблицы (T_zech, T_fio, T_date, T_zamer) используется для задания номера цеха, фамилии контролера, даты проведения замеров и хранения значения замеров. Таблица T_gez используется для вывода на экран расчетов, необходимых для определения коэффициента точности настройки станка.

Рассмотрим пример использования разработанной программы. В качестве контролируемого параметра задана толщина шипа с номинальным размером 8 мм. Верхнее предельное отклонение составляет 0,22 мм, нижнее предельное отклонение — 0 мм. Определяется точность формирования шипа на станке ШД-10. Объем партии контролируемых деталей составляет 50 шт. Исследования проводились в деревообрабатывающем цеху предприятия ООО «33 Дуба». Результаты замеров приведены в табл. 1.

Перечисленные исходные данные были введены в программу с помощью экранной формы, представленной на рис. 1.

Таблица 2. Результаты построения интервалов вариационного ряда и последующих расчетов

Номер интервала	Границы интервалов, мм		Середина интервала, X_i , мм	Частота, m_i	$X_i \times m_i$	$(X_{\downarrow i} - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2 \times m_i$
	нижняя X_i min	верхняя X_i max					
1	8,606	8,7	8,653	1	8,653	0,5001	0,2501
2	8,512	8,606	8,559	0	0	0,4061	0,1649
3	8,418	8,512	8,465	2	16,93	0,3121	0,0924
4	8,324	8,418	8,371	5	41,855	0,2181	0,0476
5	8,23	8,324	8,277	6	49,662	0,1241	0,0154
6	8,136	8,23	8,183	13	106,379	0,0301	0,0009
7	8,042	8,136	8,089	9	72,801	-0,0639	0,0041
8	7,948	8,042	7,995	10	79,95	-0,1579	0,0249
9	7,854	7,948	7,901	2	15,802	-0,2519	0,0635
10	7,76	7,854	7,807	2	15,614	-0,3459	0,1196
ИТОГО				50	407,646		0,7834

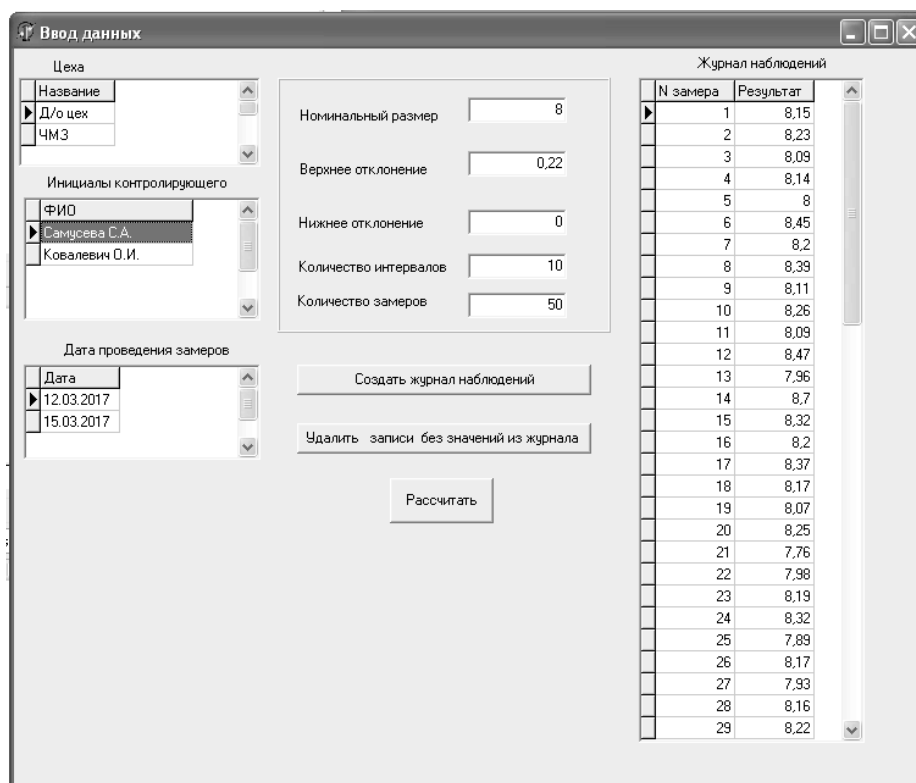


Рис. 1. Вид экранной формы для ввода данных

В процессе выполнения расчетов определяем размах выборки R , мм, по формуле

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (2)$$

где X_{max} — максимальное значение выборки, мм;

X_{min} — минимальное значение выборки, мм;

Максимальное значение выборки составило 8,7мм.
Минимальное значение выборки составило 7,76 мм.
 $R = 8,7 - 7,76 = 0,94$ мм.

Определяем оптимальную величину интервала, k , по формуле

$$k = \frac{X_{max} - X_{min}}{1 + 3,22 \cdot \lg n}, \quad (3)$$

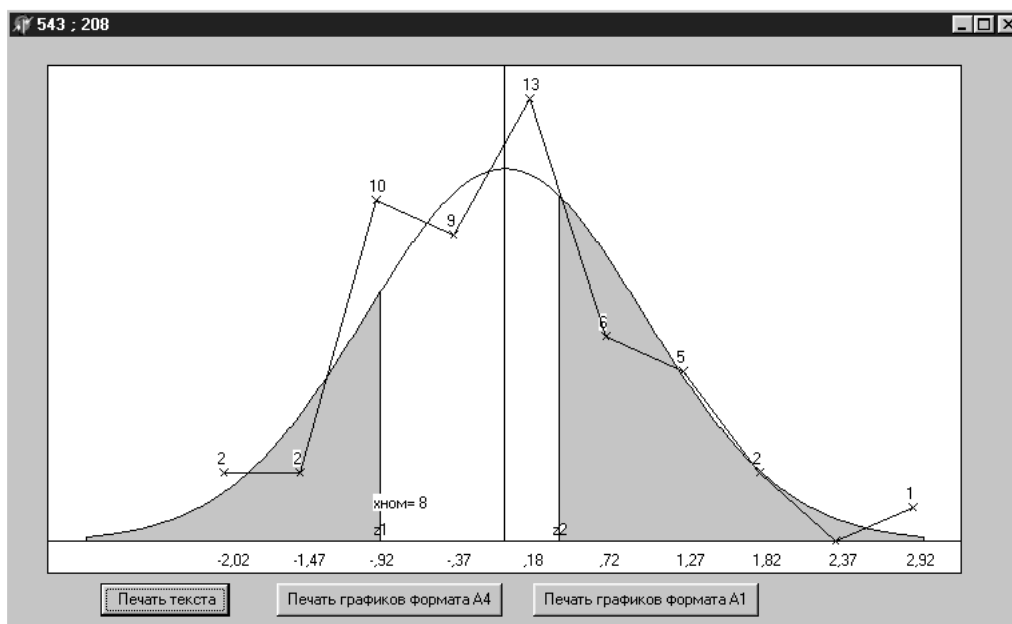


Рис. 2. Построение теоретической и практической кривых нормального распределения

где n — число (количество) замеров.

Количество интервалов можно назначить из условия $z > 7$, тогда $k = R/z$; В результате расчетов значение величины интервала составило 0,093 мм.

Затем программа производит построение интервалов вариационного ряда в виде табл. 2.

В каждом интервале определяется: середина X_i и записывается в соответствующую графу табл. 2; эмпирическая частота, то есть количество замеров выборки, которые попадают в каждый из интервалов. Результаты записываются в графу m_i табл. 2; среднее арифметическое значение вариационного ряда \bar{X} , рассчитанное по формуле

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^z x_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^z m_i - 1}, \quad (4)$$

После заполнения всех граф табл. 1 вычисляется дисперсия σ^2 и среднеквадратическое отклонение выборки σ по формулам

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^z (X_i - \bar{X})^2 \cdot m_i}{\sum_{i=1}^z m_i - 1}, \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}. \quad (6)$$

Затем строится теоретическую кривая нормального распределения в координатах $X_i - Y_i$.

На горизонтальной оси откладывают значения x_i , выраженные в долях σ , которые определяются по формуле

$$X_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}, \quad (7)$$

На оси выбирается положение среднего арифметического \bar{X} и вправо от X_i больше, а влево — точки меньше;

По формуле (1) рассчитываются координаты точек для построения теоретической кривой нормального распределения.

При правильно настроенном оборудовании и при отсутствии факторов резко влияющих на погрешность, полигон распределения и кривая нормального распределения должны соответствовать друг другу. В противном случае, следует выявить резко влияющий фактор и по возможности уменьшить его влияние.

Для наглядного представления о степени соответствия фактического рассеивания погрешностей нормальному распределению строится практическая кривая рассеивания (полигон распределения) в координатах $x_i - y_i$ по данным табл. 2. На горизонтальной оси откладываются значения середин интервалов x_i . По вертикальной оси откладываются значение частот m_i .

На рис. 2 показаны результаты построения теоретической и практической кривых нормального распределения.

На график наносятся значения поля допуска δ . Для этого на горизонтальной оси графика откладываются точки, соответствующие наибольшему $A_{нб.}$ и наименьшему $A_{нм.}$ предельным размерам, определяемым по формулам

$$\begin{aligned} A_{нб.} &= N^+ - e; \\ A_{нм.} &= N^- + e, \end{aligned} \tag{8}$$

где N — номинальный размер контролируемого параметра, мм;

$+e, -e$ — верхнее и нижнее предельное отклонение, мм.

Через полученные точки проводятся вертикальные прямые до пересечения с теоретической кривой нормального распределения.

Часть площади кривой, ограниченной этими прямыми, соответствует количеству годных деталей;

В случае, если поле рассеивания фактических размеров больше поля допуска, то в партии имеются бракованные детали, количество которых необходимо определить.

Детали, для которых контролируемый параметр превышает максимально допустимые размеры $A_{нб.}$ можно отнести к исправимому браку, так как они могут быть при дополнительной обработке доведены до размеров в пределах поля допуска.

Детали, для которых размер контролируемого параметра меньше минимального допустимого $A_{нм.}$ можно отнести к неисправимому браку.

Площадь S , заключенная между прямыми z_1 и z_2 не симметричная по отношению к максимальной ординате утах, определяется по формуле

$$S = f(z_2) - f(z_1), \tag{9}$$

где $f(z_2)$ и $f(z_1)$ — значения функции Лапласа, вычисленной в точках z_2, z_1 .

Значение z_2 и z_1 рассчитываются по формулам

$$z_2 = \frac{A_{нб.} - x}{\sigma}; \tag{10}$$

$$z_1 = \frac{A_{нм.} - x}{\sigma}, \tag{11}$$

В результате расчетов значение Z_1 составило минус 0,89, а Z_2 — 0,39.

Площадь S , симметричная по отношению к максимальной ординате утах, определяется по формуле

$$S = f(z_1) + f(z_2), \tag{12}$$

Рассчитываются численные значения площадей в процентах, что соответствует общему проценту годных деталей в партии.

Для удобства расчетов использованы табулированные значения площадей, определенных по интегралу вероятности и хранящиеся в базе данных информационной системы. В результате обработки данных получены значения $f(z_1)$ и $f(z_2)$. $f(z_1) = 31,33$ $f(z_2) = 15,17$. Площадь симметричная по отношению к максимальной ординате утах, составила 46,5.

Количество бракованных деталей определяется путем вычитания из половины площади кривой нормального распределения (соответствующей 49,865% количества деталей в партии) количества годных деталей, соответствующих $f(z_1)$ и $f(z_2)$.

Процент неисправимого брака $B_{неиспр.}$, определяется по формуле

$$B_{неиспр.} = 49,865 - f(z_1) \tag{13}$$

$$B_{неиспр.} = 49,865 - 31,33 = 18,535$$

Процент исправимого брака $B_{испр.}$, определяется по формуле

$$B_{испр.} = 49,865 - f(z_2); \tag{14}$$

$$B_{испр.} = 49,865 - 15,17 = 34,695$$

Коэффициент точности станка K_m рассчитывается по формуле

$$K_m = \frac{6\sigma}{\delta}, \tag{15}$$

где δ — поле допуска;
 6σ — поле рассеяния.

$$K_m = 4,674.$$

Результаты расчетов выводятся на экранную форму, представленную на рис. 3.

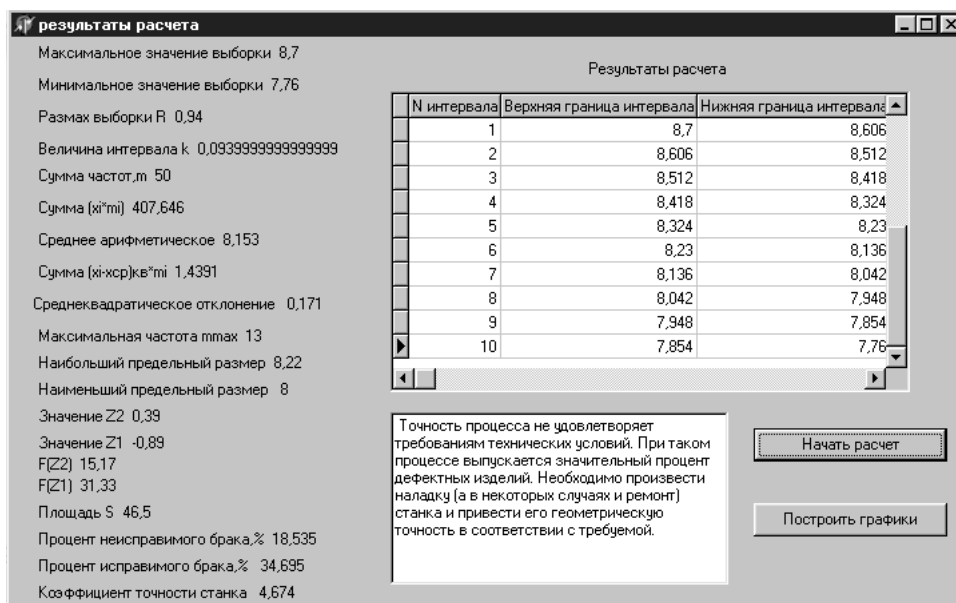


Рис. 3. Вид экранной формы с результатами расчетов

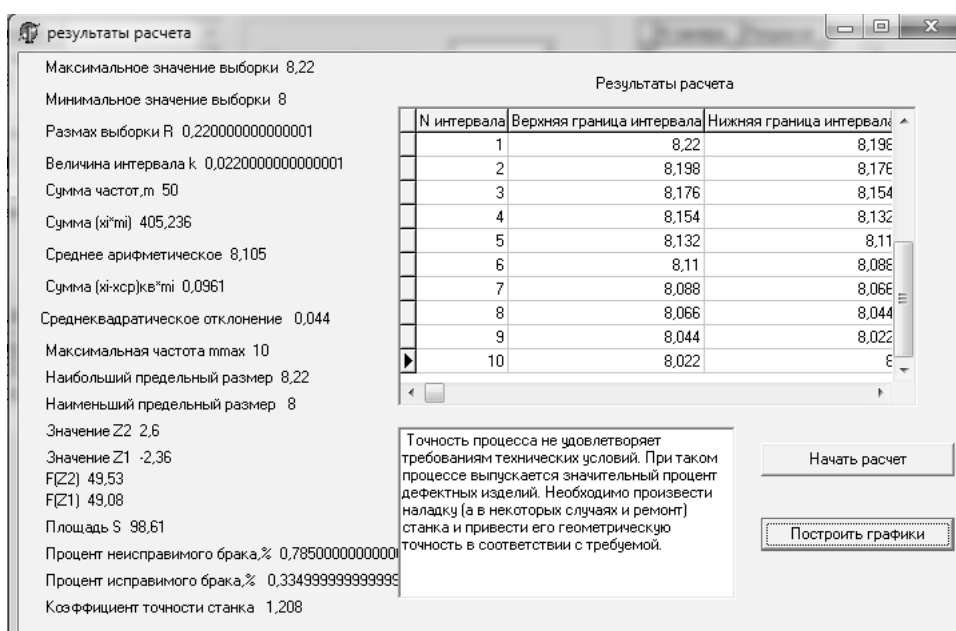


Рис. 5. Результаты расчета коэффициента точности станка после его настройки

Так как $K_m > 1$, то точность процесса формирования шипа на станке ШД-10 не удовлетворяет требованиям технических условий. При таком процессе выпускается значительный процент дефектных изделий. Соответственно необходимо произвести наладку станка и привести его геометрическую точность в соответствии с требуемой. Такие рекомендации были даны руководству цеха, в котором проводилось исследование. После настройки станка были проведены повторные замеры и полученные данные обработаны

программой. Результаты обработки представлены на рис. 5 и 6.

Как видно из рис. 5 после проведения работ по настройке станка значительно выросло качество годных деталей (процент неисправимого и исправимого брака составил менее 1%). Это продемонстрировано на рис. 6, на котором практическая кривая нормального распределения почти совпадает с теоретической кривой. Однако по результатам расчетов точность процесса фор-

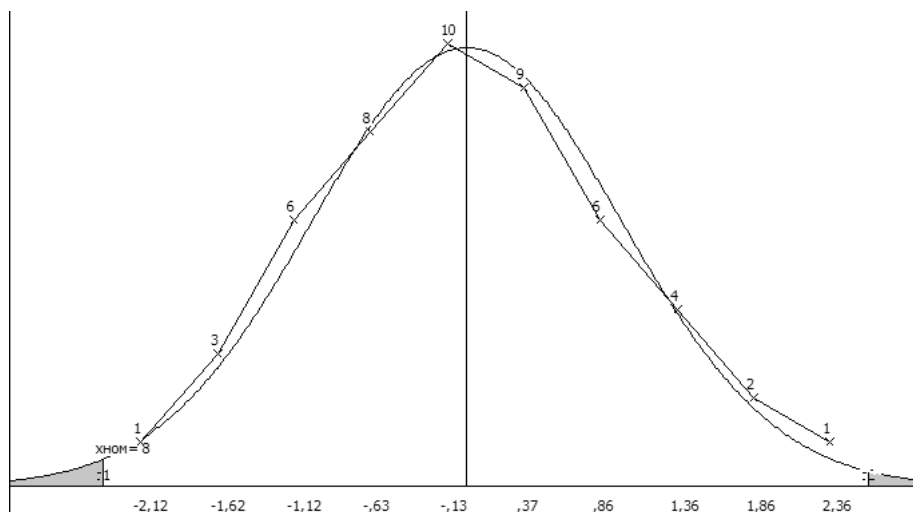


Рис. 6. Построение теоретического и практического графиков нормального распределения после наладки оборудования

мирования шипа на станке ШД-10 не удовлетворяет техническим условиям, что вполне можно объяснить физическим износом механизмов станка.

Разработанное программное обеспечение может быть применено на производстве для опреде-

ления точностной характеристики работы деревообрабатывающих станков (автоматических линий) при различных условиях их эксплуатации, которое необходимо знать для правильного использования оборудования и предотвращения появления брака.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27.202–83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. -Взамен ГОСТ 16306–74; введ. с 01.07.84.-М.: Изд-во стандартов, 1984.-35 с.
2. Программа для расчёта потребности дереворежущего инструмента для лесопильных предприятий/ Прусс Б. Н., Романов В. А., Башмаков А. Г.// Инновационные научные исследования: теория, методология, практика: сборник статей XI Международной научно- практической конференции. В 2 ч. .Ч. 1.— Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2017. —С.125–128.
3. Разработка программного обеспечения статистического контроля качества технологического процесса/ Романов В. А., Прусс Б. Н.// Журнал Современная наука: актуальные проблемы теории и практики: Серия «Естественные и Технические науки»- № 7–8. — 2017.-С.71–75.

© Прусс Борис Наумович (prussbor@gmail.com), Романов Виктор Александрович (vromanov62@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Ту Раин

Аспирант, Курский государственный университет
therein.48@gmail.com

FUZZY-BASED CONTROL OF ROBOT MANIPULATOR

R. Thu

Summary. This paper addresses the development and application of fuzzy-based control technique to plan trajectories of a robotic manipulator collision-free in static environments. The proposed technique can be seen as a composition of separate fuzzy units, which steer the manipulator links individually. Each fuzzy-unit comprises a fuzzy-controller whose rule base is set up to exert impelling forces which depend on the local environment of the link. The fuzzy-based technique has been successfully applied to constructed manipulator operating in real as well as simulated environments. The technique has been proved to work without complications in static environments.

Keywords: fuzzy logic, obstacle avoidance, fuzzy controller, intelligent control system, manipulator.

Аннотация. В настоящей статье рассматриваются разработка и применение нечеткой логики при планировании траекторий робота-манипулятора с возможностью обхода препятствий в статичных рабочих средах. Представленную систему можно рассматривать как комплекс отдельных устройств нечеткой логики, каждое из которых управляет движением отдельного звена манипулятора. Элементом каждого устройства является нечеткий регулятор, действующий на базе нечетких правил, которая формируется таким образом, чтобы обеспечить управляющие воздействия, адекватные локальной рабочей среде каждого звена манипулятора. Система управления с нечеткой логикой была успешно испытана на манипуляторах как в реальных условиях, так и в симулированной рабочей среде. Данная система продемонстрировала оптимальное выполнение своих функций в статичной рабочей среде.

Ключевые слова: нечеткая логика, обход препятствий, нечёткий регулятор, система интеллектуального управления, робот-манипулятор.

Решение проблемы обхода препятствий неизбежно становится важной задачей робототехники в случае невозможности вычислить траекторию робота до начала его движения, или непредвиденных изменений в рабочей среде, либо в отсутствие информации о точном расположении препятствий. В сложившейся практике техника обхода препятствий реализуется в многоуровневых системах планируемого поведения. Каждый уровень представляет собой функциональный модуль, выполняющий какую-либо определенную задачу. Модули обычно реализуют такие функции, как планирование задач, глобальное планирование траекторий, обход препятствий, управление двигателями. Возможным решением проблемы обхода препятствий является сквозная иерархическая структура, где модули более высокого уровня осуществляют управление модулями более низкого уровня [1].

Нечеткая логика — это широко распространенный метод, который уже служит для решения целого ряда задач, связанных с задачами управления. Нечеткая логика успешно применяется в управлении двигателями, в решении проблемы торможения грузовых фур [2], навигации судов, поведенчески-ориентированной навигации мобильных роботов, в управлении захватом и перемещением различных объектов манипуляторами с захватным устройством [4], в противобуксовочных системах автомобилей [3, с. 147], в системах связи, в управлении биотехнологическими процессами, а так-

же и в решении пресловутой проблемы перевернутого маятника.

Принципиальная схема нечеткого управления довольно сходна с обычной системой управления (Рис. 1). На этом рисунке представлен нечеткий регулятор с обратной связью, регулирующий движения физического устройства, например, робота. Рассматриваемая в данной работе управляющая система разработана на базе контроллера Сугено. Благодаря его вычислительной эффективности, метод Сугено обычно предпочитают методу Мамдани для управления в реальном времени [5].

Фаззификатор переводит пространство входов, которое обычно описывает фактическое состояние устройства относительно его целевого состояния, в нечеткий формат. В случае навигации робота для описания состояния устройства (робота) используются два входных сигнала датчиков. Первый сигнал дает информацию о расхождении между фактической и целевой конфигурацией звена, а второй — о дистанции между звеньями и препятствиями. Фаззификатор разбивает пространство входного сигнала на ряд нечетких множеств. Входная переменная, описывающая угол между фактической и целевой конфигурацией звена ($\Delta\theta_j$) разбивается на значения, выражаемые терминами: «далеко слева (FL)», «близко слева (CL)», «контакт (CT)», «близко справа (CR)», «далеко справа (FR)» (Рис. 4). Переменная, описывающая дистанцию между звеном и препятствием (d_j) разбивает-

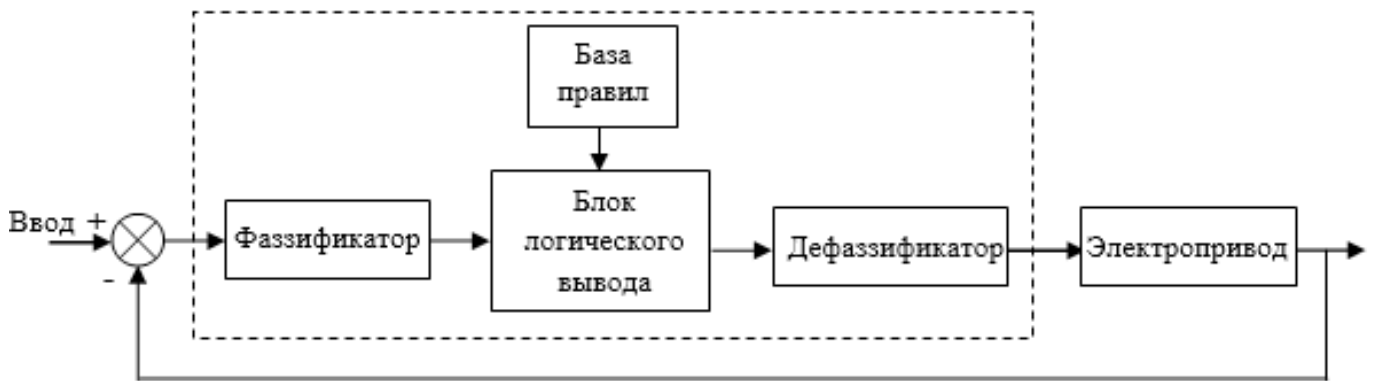


Рис. 1. Система нечеткого управления.

ся на: «далеко слева (FL)», «слева (L)», «близко слева (CL)», «близко справа (CR)», «справа (R)», «далеко справа (FR)» (Рис. 5). Каждое из этих нечетких множеств чувствительно к определенному ряду значений входной переменной, а степень принадлежности показывает, насколько данное значение переменной принадлежит какому-либо нечеткому множеству.

На втором этапе выходные переменные фаззификатора преобразуются в нечеткий логический вывод. В базе правил нечеткого логического вывода выходные переменные фаззификатора ассоциируются с парными нечеткими множествами входа. Здесь база правил представлена в виде двумерной таблицы соответствия (Таб.1); элементами данной таблицы являются различные скалярные величины, описывающие действия, выраженные терминами «очень резко влево (LVB)», «резко влево (LB)», «немного влево (LS)», «очень мало влево (LVS)», «ничего», «очень немного вправо (RVS)», «немного вправо (RS)», «резко вправо (RB)», «очень резко вправо (RVB)» и т.д. Опять-таки, обращаясь к примеру навигации робота, одно из правил может выглядеть так: ЕСЛИ цель (целевой ориентир) «далеко справа» (FR) И препятствие «близко слева» (CL) ТО двигаться «резко вправо» (RB). Таким образом, механизм нечеткого логического вывода генерирует определенное действие, которое будет выполняться роботом в ответ на определенные входные сигналы.

На финальном этапе, множественные выходы блока нечеткого логического вывода (что может быть представлено в виде нескольких «активных» ячеек таблицы нечетких правил) необходимо обобщить и преобразовать так, чтобы получить четкий выходной сигнал. В модели Сугено конечный выходной сигнал представляет собой сумму выхода нечеткого логического вывода, взвешенную по сумме выходов фаззификатора. Конечный выходной сигнал обычно активирует один из приводов, что заставляет управляемый объект изменить свою фактическую конфигурацию.

Данная разработка состоит из отдельных устройств обхода препятствий с нечеткой логикой, каждое из которых контролирует одно определенное звено: $l_j, j = 1, \dots, n$. Для вычисления расстояний и изменений углов между объектами можно использовать стационарную камеру, камеру ПЗС, которая обеспечивает контроль всего рабочего пространства; в ходе испытаний такая камера действовала как «look-ahead camera» (камера упреждающего просмотра рабочего пространства), позволяя выявить изменения в обстановке. Задача управляющего устройства с нечеткой логикой — смоделировать функцию управления, которая позволяла бы конвертировать входные переменные в адекватный командный сигнал для двигателя привода. В общих чертах, эту функцию можно описать следующим образом: с одной стороны, она должна обеспечить приведение соответствующего звена в крайнее положение, которое оно может принять под воздействием «притягивающего» импульса; с другой стороны она должна обеспечить торможение звена при сближении с препятствием, что сообщается «отталкивающим» импульсом. База правил нечеткой логики (на основании которой действует фаззи-устройство) строится исходя из правил, диктуемых обычным здравым смыслом, которые затем корректируются опытным путем. В случае решения проблемы обхода препятствий, база правил должна позволить оценить конфликтующие входные сигналы, которые часто носят противоречивый характер, в их взаимосвязи и сделать соответствующий вывод относительно дальнейших действий (управляющий сигнал). В данной разработке при каждой итерации цикла сигналы о дистанциях до ближайшего препятствия слева (d_{left}) и справа (d_{right}) от звена манипулятора (l_j) последовательно поступают на входы устройства (Рис. 2). Этот процесс может также происходить параллельно, если два аналогичных контроллера с нечеткой логикой параллельно вычисляют необходимую реакцию в отношении левого и правого препятствия по отдельности. Итоговая команда двигателю привода вырабатывается методом совмещения двух полученных команд, таким образом, учитывается влияние обоих препятствий.

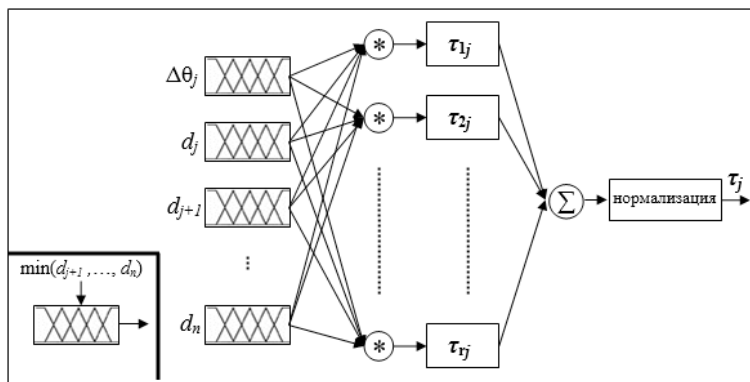


Рис. 2. Подробное описание блока нечеткого управления звена манипулятора $l_j, j=1, \dots, n$.

Первая переменная входа каждого устройства с нечеткой логикой представляет собой угол между фактической и целевой конфигурацией звена, $\theta_j - \theta_{j, target} = \Delta\theta_j, j = 1, \dots, n$, (где n — число звеньев манипулятора). Значение $\Delta\theta_j$ является положительной величиной, если целевой ориентир находится справа и отрицательной, если он расположен слева. Второй вход — числовое значение, описывающее дистанцию между звеном l_j и ближайшими препятствиями слева и справа в сканируемой области, $d_j \in D_j$. Дистанция до препятствия слева выражается отрицательной величиной, а до препятствия, расположенного справа — положительной величиной. С единственного выхода устройства подается управляющий сигнал — команда двигателю привода $\tau_j, \tau_j \in T_j$. В положительном численном выражении сигнал заставляет привод перемещать звено влево, а в отрицательном — вправо.

Существуют разнообразные варианты функций принадлежности, в которых можно представить нечеткие множества. В данной работе мы предпочли использовать треугольную функцию принадлежности, поскольку она позволяет легко и быстро производить вычисления, и из-за ее простых формул. Значения переменных m_{lp} и m_{rp} являются координатами оси X слева и справа от нуля (точки пересечения осей) соответственно, а m_{cp} описывает координату оси X, где степень ее принадлежности нечеткому множеству достигает единицы (1); представление этих трех параметров дает функция принадлежности, имеющая треугольную форму[6]:

$$\mu_p(d_j) = \begin{cases} \min((d_j - m_{lp}) / (m_{cp} - m_{lp}), 0) & \text{if } d_j \leq m_{cp} \\ \min((d_j - m_{rp}) / (m_{cp} - m_{rp}), 0) & \text{if } d_j > m_{cp} \end{cases} \quad (1)$$

А также треугольные функции продолжают как постоянные значения величины (1) в левой и правой частях интервала:

$$\mu_p(d_j) = \begin{cases} 1 & \text{if } d_j \leq m_c \\ \min((d_j - m_r) / (m_c - m_r), 0) & \text{if } d_j > m_c \end{cases} \quad (2)$$

Вышеупомянутую треугольную функцию принадлежности, выстроенной по трем параметрам {a, b, c}, где $a < b < c$, можно доступно описать следующим образом[6]:

$$\mu(x) = 0 \rightarrow x \leq a$$

$$\mu(x) = \frac{x-a}{b-a} \rightarrow a \leq x \leq b$$

$$\mu(x) = \frac{c-x}{c-b} \rightarrow b \leq x \leq c, \text{ and } \mu(x) = 0 \rightarrow c \leq x$$

В дополнение к двум входам d_j and $\Delta\theta_j$, где $j = 1, 2, 3$, каждое устройство (за исключением наиболее дистально расположенного) использует нечеткие множества значений переменной «дистанция», которые поступают с входным сигналом от более дистально расположенных звеньев $\mu(d_{j+1})$. Это позволяет принять правильное решение и обеспечить торможение проксимальных звеньев, если дистально расположенному звену угрожает столкновение с препятствием. То есть каждое устройство оперирует следующими нечеткими множествами: $\mu^k(d), k = j, j+1, \dots, n$ и $\mu^k(\Delta\theta_j)$. Каждое из значений переменных этих нечетких множеств описывается лингвистическими терминами A_j^k и B_j^k соответственно. То есть для звена лингвистическое выражение нечетких правил управления $R_{rj}^j, r=1, 2, \dots, r_j$, из которых состоит база правил, можно представить следующим образом:

R_{rj}^j : IF d_j is A_j^r AND...AND d_n is A_n^n AND $\Delta\theta_j$ is B_j^r THEN τ_{rj}

(R_{rj}^j : ЕСЛИ d_j is A_j^r И...И d_n is A_n^n И $\Delta\theta_j$ is B_j^r ТОГДА τ_{rj}),

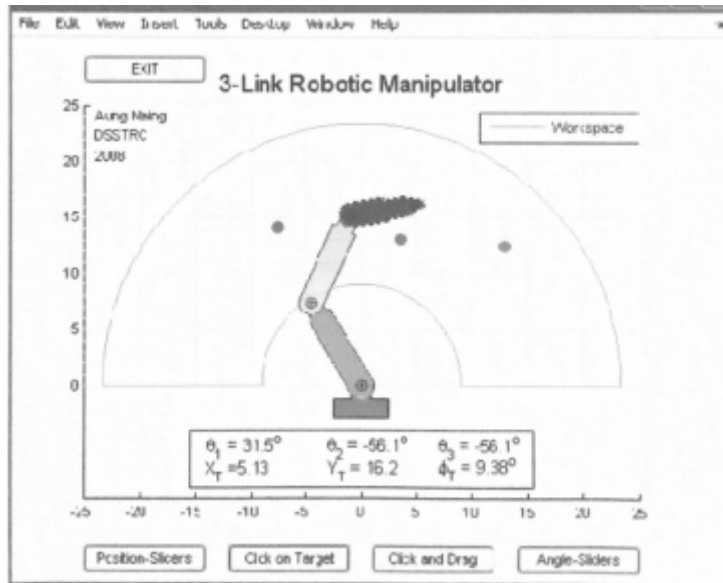


Рис. 3. Модель трехзвенного манипулятора с использованием MATLAB

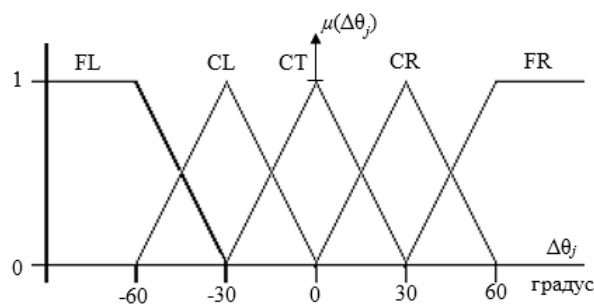


Рис. 4. Определение данных для угла между фактической и целевой конфигурацией звена

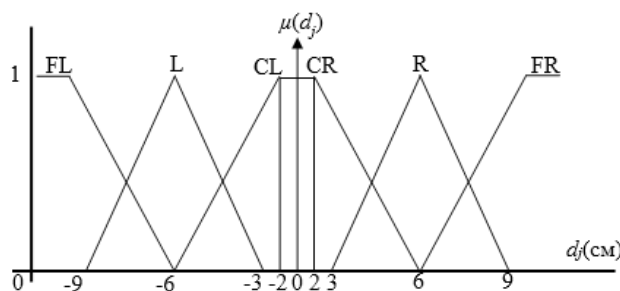


Рис. 5. Определение данных для дистанции между звеном и препятствием

где $r_j=1, 2, \dots, r_j$ — число нечетких правил для устройства, контролирующего звено L_{jr} , а τ_{ri} — четкая величина, в которой выражается нечеткая запись правила, и которая используется в процессе дефаззификации. Для записи правил нечеткой логики в данной работе используется логический оператор пересечения нечетких множеств (AND), а в качестве операторов нечеткого вывода — оператор «минимум» (MIN) и «алгебраическое произведение». Если используется оператор «минимум»,

он выбирает минимальное значение степеней истинности переменных входа. Если используется оператор произведения, значения переменных входов перемножаются друг с другом. Пересечение нечетких множеств вычисляется с помощью оператора произведения[7]:

$$\sigma_{rj} = \mu_j(d_j) \cap \dots \cap \mu_n(d_n) \cap \mu_j(\Delta\theta_j), \quad (3)$$

используя оператор произведения,

Таблица 1. База правил

$\Delta\theta_j$	d_j	FL	L	CL	CR	R	FR
FL		0,1	-0,3	-0,5	0,5	0,3	0,3
CL		0,1	-0,01	-0,3	0,3	0,3	0,1
CT		0	0	-0,1	0,1	0,1	0
CR		-0,1	-0,3	-0,3	0,3	0,01	-0,1
FR		-0,3	-0,3	-0,5	0,5	0,3	-0,1

$$\sigma_{rj} = \mu_j(d_j) * \dots * \mu_n(d_n) * \mu_j(\Delta\theta_j). \quad (4)$$

Во всех правилах выходная переменная контроллера данного устройства с нечеткой логикой дана как средне-взвешенная величина.

$$\tau_j = \frac{\sum_{rj=1}^{rj} \sigma_{rj} \tau_{rj}}{\sum_{rj=1}^{rj} \sigma_{rj}} \quad (5)$$

Определение данных входа и выхода для нечетких регуляторов

В данной работе применяется алгоритм на базе правил нечеткой логики для управления манипулятором из трех звеньев. Общая длина рабочего органа составляет 36 единиц (см), первое звено имеет длину 13 единиц (см), среднее — 13 единиц (см) и концевое — 10 единиц (см). В имитационной модели манипулятора было допущено, что толщина звеньев равна нулю. Моделирование было выполнено на платформе MATLAB с применением инструментария нечеткой логики.

Определение данных (как входа, так и выхода) зависит от знаний системного разработчика и опыта имитации управления манипулятором. Например, какому значению соответствует «далеко слева», сколько именно составляет угол между фактической и целевой конфигурацией звена, а также все действия выхода — все это определяет системный разработчик.

Пример расчетов

Для наиболее дистально расположенного звена (звено 3), входные данные (с входного изображения ПЗС-камеры и сканирующего устройства с обработкой цветного изображения средствами MATLAB) определены как: 1) угол между фактической и целевой конфигурацией звена -40 градусов; 2) дистанция между препятствием и звеном 2,5 см. Эти значения переменных входа активируют соответствующие нечеткие множества, которые затем объединяются с помощью логического оператора

произведения. Следующий шаг — активация двух действий из двумерной базы правил. Эти два действия объединяются (вычисляется их взвешенная сумма) и таким образом преобразуются в единый четкий выход. Этот четкий выходной сигнал является командой приводу, которая находится в диапазоне между «очень резко влево» (0,5) и «резко влево» (0,3).

Угол расхождения между фактической и целевой конфигурацией звена активирует два нечетких множества «близко слева» (CL) и «далеко слева» (FL), со значениями переменных 0,3 и 0,7; дистанция до препятствия имеет значение 0,9. Активируются также два правила из таблицы нечетких правил выхода:

Правило 1: ЕСЛИ расхождение (с целью) «далеко слева» И дистанция (препятствие) «близко справа» ТОГДА перемещение очень резко влево (0,5)

Правило 2: ЕСЛИ расхождение (с целью) «близко слева» И дистанция (препятствие) «близко справа» ТОГДА перемещение резко влево (0,3).

Пересечение нечетких множеств вычисляется с помощью уравнения 5 (см. выше). Используя оператор произведения и значения из Правил 1 и 2, получаем $0.9 * 0.7 = 0.63$ and $0.9 * 0.3 = 0.27$. Совмещением этих двух правил мы получаем один выходной сигнал:

$$\tau = \frac{(0.63 * 0.5) + (0.27 * 0.3)}{0.63 + 0.27} = 0.44$$

Этот выходной сигнал является командой приводу, которая находится в диапазоне между «очень резко вправо» (0,5) и «резко вправо» (0,3).

Функциональные качества устройств с нечеткой логикой можно оценить, проанализировав функции преобразования. Функция преобразования нечеткого регулятора в устройстве управления звеном 1 представлена на рисунке 6, где показана переменная выхода контроллера как функция от изменяющихся значений сигналов на двух входах.

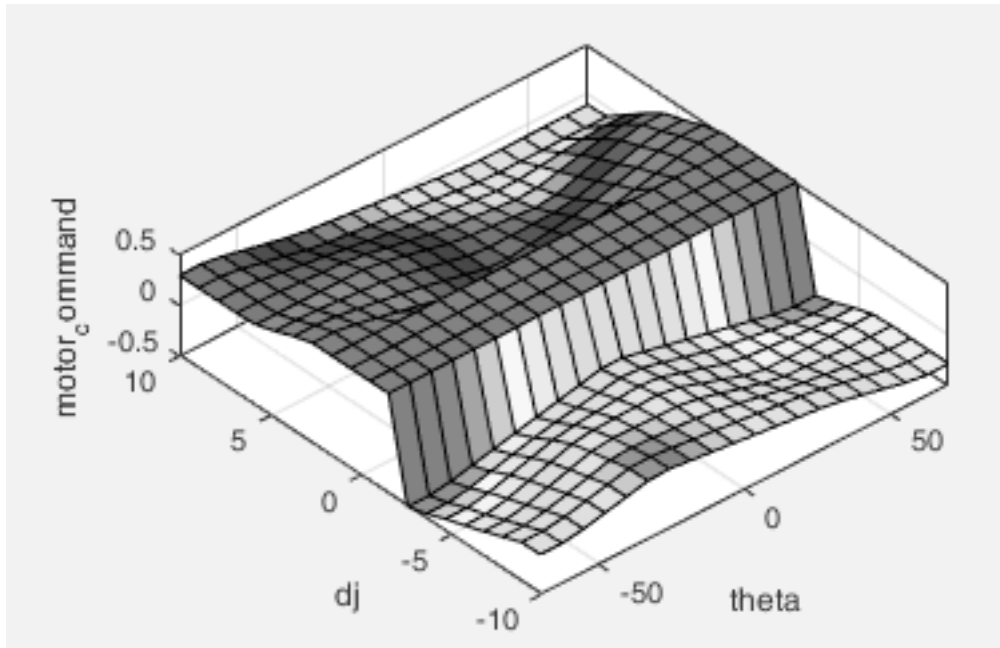


Рис. 6. Функция преобразования нечеткого регулятора в устройстве управления звеном 1

График функции в форме крыла представляет выходной сигнал нечеткого регулятора для разных дистанций от звена до препятствий, расположенных справа от этого звена. Функция преобразования данных выхода для препятствий слева от звена (не представлена на данном рисунке) зеркально-симметрична изображенной функции по оси. Обратите внимание, что в ходе большинства проведенных нами испытаний происходит суперпозиция выходной переменной одного контроллера и выходной переменной другого, который «следит» за препятствиями, ближайшими к противоположному концу звена.

На графике функции преобразования (Рис. 6) значения дистанций до препятствия варьируют в диапазоне пространства входа. Серые участки представляют области активации определенных правил. Лингвистические термы рядом с участками взяты из правой части Таблицы 1. Хорошо различимы три области графика:

- ♦ (правый отрезок функции преобразования) Наглядно видно, что, если целевой ориентир «слева» или «далеко слева», выходная переменная контроллера на протяжении всего интервала имеет положительное значение, то есть преобразовывается в команду приводу «перемещение влево», если целевой ориентир «слева» или «далеко слева». Такая реакция контроллера не зависит от дистанции от звена до препятствия справа, что логично, поскольку на движение звена влево не влияет препятствие, расположенное справа.

- ♦ (средний отрезок функции преобразования) Когда конфигурация звена близка к целевой, значение выходной переменной стремится к нулю. Препятствие, расположенное «близко справа», порождает незначительный «отталкивающий» импульс.
- ♦ (левый отрезок функции преобразования) Когда целевой ориентир находится справа от звена, становится очевидным, что обход препятствий является доминантой в логике поведения нечеткого регулятора. При наличии препятствия «близко справа» или «справа», контроллер в любом случае рекомендует движение звена влево, даже если целевой ориентир находится справа. Только в том случае, если препятствие располагается «далеко справа», контроллер позволит звену переместиться «немного вправо». Таким образом обеспечивается надежный обход препятствий, и если целевой ориентир конфигурации расположен с той же стороны звена, что и препятствие, целевая конфигурация будет принята, только если препятствие находится достаточно далеко.

Заключение

Итак, практически установлено, что механизм управления с нечеткой логикой успешно осуществляет навигацию робота-манипулятора и обеспечивает обход препятствий в статичных рабочих средах. Представленную систему можно рассматривать как комплекс отдельных устройств нечеткой логики, каждое из которых управля-

ет движением отдельного звена манипулятора. Элементом каждого устройства является нечеткий регулятор, действующий на базе нечетких правил, которая формируется таким образом, чтобы обеспечить управляющие воздействия, адекватные локальной рабочей среде каждого звена манипулятора. Установлено, что устройства нечеткой логики должны принимать решения не с уче-

том наличия какого-либо одного препятствия, а с учетом двух ближайших препятствий слева и справа от звена. Система управления с нечеткой логикой была успешно испытана на манипуляторах как в реальных условиях, так и в симулированной рабочей среде. Данная система продемонстрировала оптимальное выполнение своих функций в статичной рабочей среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Z. Althoefer, «Control of a Redundant Manipulator Using Fuzzy Rules» 1992.
2. Z. Katsuhiko Ogata, «Modern Control Engineering» Fourth Edition 2002.
3. S. Rahman, «Neural-Fuzzy Consumer Appliance Applications», Proceedings of Fuzzy Logic, с. 234–7.
4. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами: учеб. для вузов. — 2-е изд., исправ. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 480 с.
5. Е. И. Юревич и др., Интеллектуальные роботы: пособие для вузов — М.: Машиностроение, 2007. — 360 с.
6. C. Altrock and B. Krause, «Fuzzy Logic and Neurofuzzy Technologies in Embedded Automotive Applications», Proceedings of Fuzzy Logic, с.113–9.
7. C. Neffenger, «Fuzzy Logic in Motor Control», Fuzzy Logic Proceedings, с. 111–10.

© Ту Раин (therein.48@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Курский государственный университет

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВУЗА

CONCEPTUAL MODEL OF UNIFORM INFORMATION BASE OF SCIENTIFIC RESEARCH OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION

B. Ukuiev

Summary.. Scientific research in higher education institution is conducted in various directions, but they are often interconnected with each other. Improvement of conditions of interaction between the conducted researches will be promoted by the created unified information system of scientific research of higher education institution. Association of students and teachers in scientific groups happens within matrix structure. The conceptual scheme of the developed information system is provided.

Keywords: information system, scientific group, social networks, scientific activity, mentor, pupil.

Укуев Бейшенбек Такырбашович

*Д.т.н., профессор, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им.Н.Исанова (г. Бишкек)
ukuevb@gmail.com*

Аннотация. Научные исследования в вузе проводятся по различным направлениям, но они часто взаимосвязаны друг с другом. Улучшению условий взаимодействия между проводимыми исследованиями будет способствовать создаваемая единая информационная система научных исследований вуза. Объединение студентов и преподавателей в научные группы происходит в рамках матричной структуры. Приводится концептуальная схема разрабатываемой информационной системы.

Ключевые слова: информационная система, научная группа, социальные сети, научная деятельность, наставник, ученик.

Проведение научных исследований — важная составляющая подготовки бакалавров и магистров любого направления. В Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им.Н.Исанова (КГУСТА) проводится подготовка бакалавров и магистров по многим направлениям строительства, архитектуры, транспорта, экологии, экономики, а также информационных технологий. Научные исследования в каждой из этих областей имеют свои особенности и проводятся по своим специфическим технологиям. Но при всем их многообразии они связаны друг с другом и результаты проведенных исследований в одной области оказывают влияние на ход исследований в других областях. Улучшению условий взаимодействия между проводимыми исследованиями способствует создаваемая в Институте новых информационных технологий (ИНИТ) КГУСТА единая информационная система научных исследований.

Разрабатываемая информационная система предназначена для централизации и координации работ научных групп различных отраслей научных исследований университета. Система использует возможности локальных и глобальных сетей для общения внутри групп, дает возможность оценивать эффективность работы научных групп и координировать их действия на протяжении всего времени проведения исследований. В ее функции входит возможность проводить онлайн-семинары и вебинары, на которых участники научных групп

обсуждают текущие вопросы в режиме интернет-чата и впоследствии протоколируют достигнутые результаты. Таким образом, ведется непрерывная научно-исследовательская работа, результатом которой являются доклады ее участников в конце семестра и оценки ее эффективности на основе данных информационной системы.

Объединение студентов в научные группы происходит в рамках матричной структуры [1, 2] образовательной деятельности в вузе. Суть этой структуры в том, что каждый обучаемый входит не только в свою студенческую группу, в которой он изучает учебные дисциплины, но и в какую-либо бригаду исследовательской группы, занятой решением конкретной профессиональной проблемы. Предусмотрена также возможность индивидуальной работы студентов. Деятельность студентов и оценка их результативности производится на сквозном курсе «Технология научных исследований» [3], оценку по которому получает каждый студент в зависимости от его вклада в общий успех. На рисунке 1 представлена взаимосвязь научных групп и руководителей. Основным звеном иерархии в исследовательской деятельности являются студенты, обладающие правами члена научной группы. На протяжении обучения каждый семестр студент является руководимым (учеником) или руководит одним из студентов младших курсов (наставник). Именно из таких звеньев формируется научная группа на се-

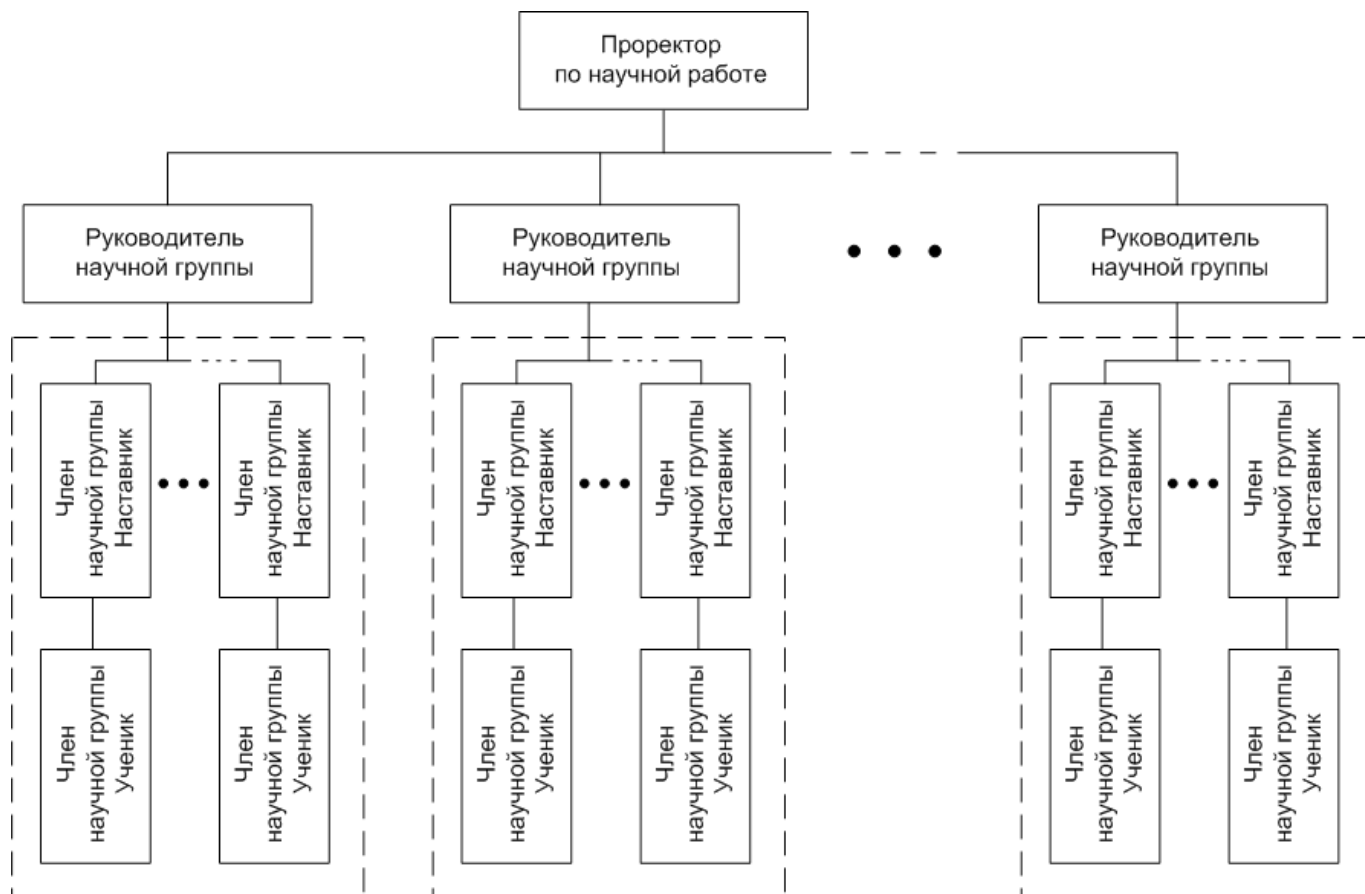


Рис.1. Взаимосвязь научных групп и руководителей

местр. В то же время ученик может и не входить в научную группу, имея на семестр тематику работы, не связанную с работой группы.

В инструментарий создаваемой информационной системы входят наиболее эффективные возможности социальных сетей, такие как профиль группы, почтовые уведомления, объявления, файлообменник и др. Это позволяет построить внутри научного коллектива централизованное интернет-общение. В системе предусмотрена также возможность любому ее посетителю в специальном разделе «Окно гипотез» оставить для анализа свою гипотезу, которая в дальнейшем может оказаться темой будущих научных исследований. Особенностью данной системы является возможность проведения онлайн-семинаров. Этот функционал позволяет собрать на онлайн-встречу всех участников научной группы, участников других групп, а также индивидуально работающих студентов для обсуждения конкретных задач научного исследования. Общение на семинаре работает в режиме чата, вся информация сохраняется. Онлайн-семинары не ограничивают участников в использовании при их проведении других телекоммуникационных технологий. Руководитель семинара определя-

ет тему, обсуждаемые вопросы, длительность, назначает дату и время начала семинара.

По окончании семинара руководитель пишет резолюцию, отмечает участников, присутствующих на семинаре, и устанавливает окончательный статус встречи. Онлайн-семинары могут быть в следующих состояниях:

- ◆ будет (устанавливается автоматически информационной системой при создании семинара);
- ◆ проходит сейчас (устанавливается автоматически информационной системой при начале семинара);
- ◆ прошел успешно (устанавливается руководителем по окончании семинара);
- ◆ прошел неуспешно (устанавливается руководителем по окончании семинара);
- ◆ отменен (устанавливается руководителем).

После написания резолюции и установки окончательного состояния семинара информация о нем рассылается в виде почтового уведомления каждому участнику семинара. Для расширения возможностей системы планируется реализовать функционал sms-уведомлений.

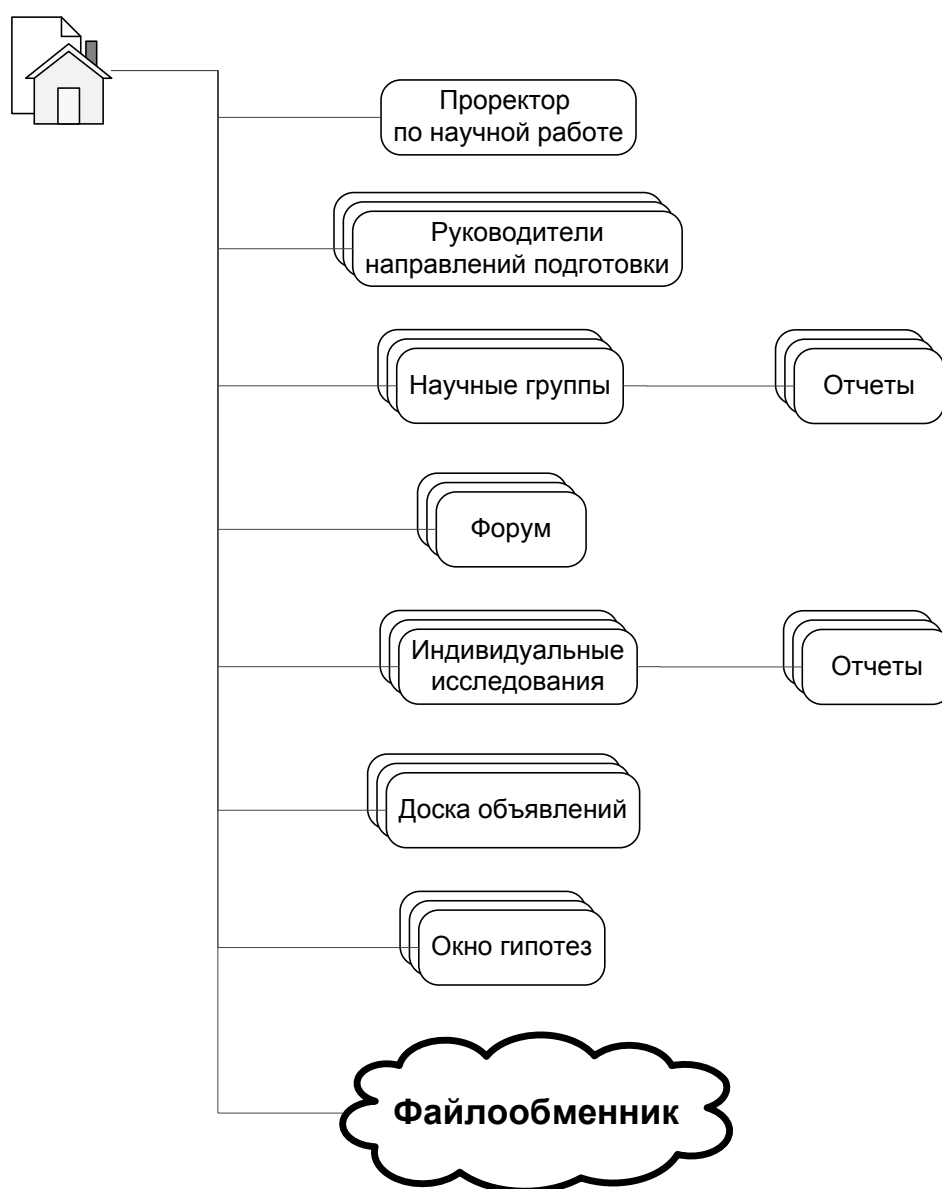


Рис. 2. Концептуальная схема информационной системы

При открытии приложения каждый пользователь попадает на главную страницу, где представлены все научные группы. На данной странице можно посмотреть информацию о названии группы, тематике ее работы, руководителе, активности группы в виде количественных оценок посещаемости и социальных активностей, таких как объявления, сообщения и семинары, оставленные на доске объявлений внутри научной группы. Руководитель каждую неделю или чаще может создавать объявления, которые транслируются на соответствующую страницу. В системе предусмотрены счетчики посещаемости разделов. Список счетчиков постоянно дополняется. Данный функционал предназначен для руководителей и координатора научных групп, с его помощью они могут отслеживать активность внутри группы и в системе

в целом. На данный момент реализованы следующие счетчики:

- ◆ посещение главной страницы;
- ◆ посещение научной группы, в которой состоит студент;
- ◆ количество оставленных сообщений, объявлений и семинаров на доске объявлений группы;
- ◆ количество нарушений.

Студент, состоящий в своей научной группе, хотя бы раз в неделю должен войти на главную страницу или в свою научную группу, при невыполнении данного требования ему начисляются нарушения. Руководитель научной группы может посмотреть информацию о нарушениях в разделе «Отчеты». Активность студентов, ра-

ботающих индивидуально, контролируют руководители направлений подготовки.

Для обратной связи с пользователями информационной системы предусмотрен модуль «Отзывы», через который в конце и начале семестра координатор научных групп получает сведения о работе научных групп. Данные сведения полезны при улучшении работы информационной системы и информационной технологии в целом.

На рисунке 2 показана концептуальная схема информационной системы. Информационная система, отвечающая данной концепции, разрабатывается с использованием технологии ASP.NET MVC5, база данных будет функционировать под управлением СУБД Microsoft SQL Server 2016. В результате внедрения студенты и преподаватели университета получают возможность поднять на новый уровень эффективность и координацию проводимых научных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин, Л. И. Информационные технологии: Учебное пособие / Л. И. Алешин. — М.: Маркет ДС, 2011. — 384 с.
2. Венделева, М. А. Информационные технологии в управлении: Учебное пособие для бакалавров / М. А. Венделева, Ю. В. Вертакова. — М.: Юрайт, 2013. — 462 с.
3. Голубенко, Н. Б. Информационные технологии в библиотечном деле / Н. Б. Голубенко. — Рн/Д: Феникс, 2012. — 282 с.

© Укуев Бейшенбек Такырбашович (ukuevb@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им.Н.Исанова

ПРИМЕНЕНИЕ АЗИЛСАРТАНА МЕДОКСАМИЛА (ЭДАРБИ) ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

APPLICATION AZILSARTAN MEDOXOMIL (EDARBI) IN HYPERTENSION

**Z. Ataeva
M. Kudaev
S. Shamilova
T. Gadzhieva**

Summary. The study involved 60 patients with arterial hypertension I–II degree, which was accepted in 12 weeks — azilsartan medoxomil. Before and after treatment were assessed indicators of body mass index, heart rate, blood pressure, lipid profile, blood glucose, index, Sokolov-Lyons, indicators of Echocardiography, ABPM, the level of anxiety, quality of life and adherence to therapy. In the course of treatment was observed a significant decrease of blood pressure, blood glucose, level of anxiety on a scale of Hamilton and the improvement of the ABPM parameters, the quality of life of patients.

Keywords: arterial hypertension, factors, risk, diseases, organ systems, clinical condition.

Атаева Зульмира Наримановна

*К.м.н., доцент, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала
kzn1957@mail.ru*

Кудаев Магомед Таирович

*Д.м.н., профессор, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала
kudaev54@mail.ru*

Шамилова Сабина Гаджимагомедовна

*Ассистент, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала
Sabina.Shamilova.84@mail.ru*

Гаджиева Тутубича Абдурахмановна

*Профессор, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала
tami2006@yandex.ru*

Аннотация. В исследовании участвовали 60 пациентов с артериальной гипертонией I–II степени, которые принимали в течении 12 недель — азилсартан медоксомил. До и после лечения оценивались показатели индекса массы тела, частоты сердечных сокращений, артериального давления, липидного профиля, глюкозы крови, индекса Соколова-Лайона, показатели ЭхоКГ, СМАД, уровня тревоги, качества жизни и приверженности терапии. В ходе лечения наблюдалось значимое снижение цифр артериального давления, глюкозы крови, уровня тревоги по шкале Гамильтона и улучшение показателей СМАД, качества жизни пациентов.

Ключевые слова: артериальная гипертония, факторы, риска, заболевания, поражение органов, клиническое состояние.

Введение

Артериальная гипертония (АГ) — один из важнейших факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, в первую очередь ишемической болезни сердца (ИБС), инфаркта миокарда, мозгового инсульта (МИ), хронической болезни почек (ХБП), хронической сердечной недостаточности (ХСН) [1–3]. АГ обуславливает 13,5% смертей от их общего числа в мире [4]. Распространенность АГ в Российской Федерации составляет около 40% среди взрослого населения, т.е. более 42 млн. человек. В настоящее время, согласно рекомендациям Всероссийского научного общества кардиологов, в классификации АГ принято выделять стадийность процесса, градацию АГ по уровню артериального давления (АД), а также стратификацию риска сердечно-сосудистых осложнений, включающую выявление факторов риска, поражение органов мишеней и ассоциированных клинических состояний.

В зависимости от степени повышения АД, наличия факторов риска, поражения органов мишеней и ассоциированных клинических состояний все больные могут быть отнесены к одной из четырех степеней риска: низкий, умеренный, высокий и очень высокий. Такая дифференциация на группы риска имеет значение для выбора тактики ведения больных АГ. Основная цель лечения пациентов АГ состоит в максимальном снижении риска развития сердечно-сосудистых осложнений и смерти от них. Целевым уровнем при лечении АГ принято АД менее 140/90 мм рт.ст. В настоящее время для терапии АГ рекомендованы семь классов антигипертензивных препаратов: диуретики; бета-адреноблокаторы; антагонисты кальция, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента; блокаторы рецепторов ангиотензина (БРА); антагонисты имидазолиновых рецепторов; альфа-адреноблокаторы. Наиболее часто применяемыми лекарственными средствами при лечении больных АГ являются ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента и БРА. Многочисленные многоцентровые исследования

Таблица 1. Динамика данных физикального обследования и биохимических показателей (M±d)

Параметры	Визит 1	Визит 2	Визит 3	Визит 4	Статистическая значимость, p ₁₋₄
ИМТ, кг/м ²	29,9±2,8	29,7±2,9	28,96±3,8	29,97±2,1	>0,05
ОТ/ОБ	0,87±0,03	0,87±0,04	0,87±0,05	0,87±0,02	>0,05
ЧСС, уд/мин	73,5±5,25	73,8±4,84	72,18±2,35	70,34±2,62	>0,05
Среднее САД, мм рт.ст.	157,5±10,54	140,37±12,66	135,03±9,78	130,15±8,45	0,047
Среднее ДАД, мм рт.ст.	96,7±5,21	85,09±8,3	83,6±6,1	80,8±7,6	0,043
Общий ХС, ммоль/л	5,3±0,65	-	-	4,9±0,76	>0,05
ХС ЛПНП, ммоль/л	3,12±0,79	-	-	3,02±0,65	>0,05
ХС ЛПВП, ммоль/л	0,85±0,26	-	-	0,97±0,35	>0,05
Триглицериды, ммоль/л	2,32±1,2	-	-	2,22±1,3	>0,05
Глюкоза крови, ммоль/л	5,28±0,89	-	-	4,71±0,54	<0,01
Калий крови, ммоль/л	4,21±0,4	-	-	4,22±0,4	>0,05
Креатинин крови, ммоль/л	86,3±10,6	-	-	85,9±10,2	>0,05

доказали их высокую эффективность и хорошую переносимость больными любого возраста, пола, при любом варианте гемодинамики. Препараты этой группы хорошо комбинируются с другими антигипертензивными препаратами, а также с гиполипидемическими средствами. Они блокируют действие ангиотензина II, тем самым устраняя патологическую вазоконстрикцию, ослабляя симпатическую активацию, подавляя интерстициальный рост в миокарде и пролиферацию гладкомышечных клеток, уменьшают задержку натрия и воды.

Одним из представителей нового поколения сартанов является азилсартан медоксомил, специфический антагонист рецепторов ангиотензина II типа I.

Цель

Изучение клинической эффективности и переносимости монотерапии азилсартана медоксомилом больными АГ.

Материал и методы

В исследование было включено 60 пациентов с АГ I–II степеней. Среди них были 45,5% мужчин и 64,5% женщин. Средний возраст группы составил 47,5±8,09 года.

Ишемической болезнью сердца страдали 32 пациента (53,3%), сахарным диабетом 12 (20%). Длительность исследования составила 12 недель.

Критерии включения: возраст больных от 30–65 лет, уровень АД в момент включения более 140/90 и меньше 180/110 мм рт. ст., длительность заболевания АГ не менее 12 месяцев.

Критерии исключения: симптоматическая АГ, нарушение мозгового кровообращения или острый коронарный синдром в течение ближайшего года, наличие хронической сердечной недостаточности III–IV классов по NYHA (New York Heart Association), декомпенсированный сахарный диабет 2 или 1 типа, атриоventрикулярные блокады II–III степени, нарушение функции почек и печени, хронические обструктивные заболевания легких, беременность и лактация, повышенная чувствительность к препарату или его компонентам.

Азилсартана медоксомил пациенты принимали в течение 12 недель 1 раз в сутки в начальной дозе 40 мг с последующим ее возможным увеличением в случае недостижения целевого уровня АД (менее 140/90 мм рт.ст.) до 80 мг/сут в один прием.

Таблица 2. Динамика показателей инструментальных исследований (ЭхоКГ, СМАД), M±d

Параметры	Визит 1	Визит 4	Статистическая значимость, p
Индекс Соколова-Лайона, мм	27,4±6,5	26,5±6,3	>0,05
КДРЛЖ, см	5,24±0,25	5,21±0,23	>0,05
ЛП, см	3,63±0,51	3,64±0,41	>0,05
МЖП в диастолу, см	1,11±0,22	1,12±0,21	>0,05
ЗСЛЖ в диастолу, см	1,01±0,11	1,09±0,18	>0,05
Ср. (сут) САД, мм рт.ст.	144,7±8,13	127,12±8,6	0,047
Ср. (сут) ДАД, мм рт.ст.	86,35±7,16	75,3±5,5	0,031
Ср. (сут) ПАД, мм рт.ст.	56,87±8,4	50,56±8,71	0,048
Ср. (д) САД, мм рт.ст.	149,88±8,8	130,5±8,1	0,044
Ср. (д) ДАД, мм рт.ст.	90,4±8,2	78,3±7,5	0,033
Ср. (н) САД, мм рт.ст.	137,65±10,1	120,44±12,8	0,045
Ср. (н) ДАД, мм рт.ст.	80,8±8,7	69,8±6,65	0,031
СИ САД,%	8,53±6,6	8,35±6,7	>0,05
СИ ДАД,%	10,03±6,1	10,8±6,02	>0,05
ИН САД,%	88,4±10,2	30,5±10,5	0,045
ИН ДАД,%	88,5±10,6	30,4±10,5	0,043
Вариабельность САД	14,49±0,41	14,15±0,37	0,015
Вариабельность ДАД	12,24±0,38	12,31±0,35	>0,05

Таблица 3. Динамика показателей уровня тревоги, качества жизни и приверженности терапии (M±d)

Параметры	Визит 1	Визит 2	Визит 3	Визит 4	Статистическая значимость, p ₁₋₄
HARS, баллы	7,42±2,12	-	-	5,1±1,34	<0,01
Качество жизни, баллы	42,2±7,6	-	-	69,3±8,32	0,044
Приверженность терапии,%	-	96,9±4,23	97,3±0,51	99,8±0,31	

Оценка безопасности применения азилсартана мексосомила проведена на основании данных о побочных эффектах препарата, выявленных в процессе применения, с учетом изучения субъективных и объективных критериев. В зависимости от наличия и выраженности побочных эффектов выносилось заключение о переносимости препарата.

За время исследования (12 недель) предусматривалось проведение четырех визитов: визит1 — включения (в течение 5 дней до визита включения пациент не получал антигипертензивной терапии). Во время контрольных визитов проводилось физикальное исследование, включающее определение индекса массы тела (ИМТ), индекса талии/ объема бедра (ОТ/ОБ), измерение АД

в положении сидя и стоя, определение частоты сердечных сокращений. Кроме того, на визитах 1 и 4 проведены лабораторные исследования: общий анализ крови, общий анализ мочи, липидный профиль, определены уровни глюкозы крови, калия крови, креатинина крови. Из функциональных исследований проведены ЭКГ, (ЧСС, вольтажные критерии гипертрофии миокарда левого желудочка-ЛЖ), суточное мониторирование АД- СМАД (средние суточные, дневные и ночные цифры АД, индексы нагрузки, суточный индекс, вариабельность АД), ЭхоКГ (размеры камер сердца, гипертрофия миокарда ЛЖ. Во время визитов также определены уровень тревоги по шкале Гамильтона (HARS-The Hamilton Anxiety Rating Scale), показатель качества жизни по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), оценена приверженность терапии.

Статистическая обработка результатов выполнена с помощью компьютерной статистической программы Statistica 6.0 с использованием t- критерия Стьюдента и критерия Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение

Динамика данных физикального обследования и биохимических показателей представлена в таблице 1.

Примечание. Здесь и далее: САД — систолическое АД; ДАД — диастолическое АД; ХС — холестерин; ЛПНП — липопротеиды низкой плотности; ЛПВП — липопротеиды высокой плотности.

Как видно из таблицы 1 значения ИМТ, ОТ/ОБ, ЧСС, показатели липидного обмена, уровни калия и креатинина крови не имели статистически значимой динамики, однако отмечена стойкая тенденция улучшения этих параметров. Динамика показателей АД, а также уровня глюкозы крови, напротив, была достоверной.

Динамика показателей инструментальных исследований представлена в таблице 2.

Как видно из таблицы 2 через три месяца монотерапии азилсартана медоксомилом изменения показателей ЭКГ и ЭхоКГ не имели статистической значимости, что следует объяснить малым сроком исследования. Статистически значимой была положительная динамика следующих показателей суточного мониторирования АД: средние суточные, дневные и ночные циф-

ры АД, индексы нагрузки САД и ДАД, вариабельность САД.

Динамика показателей уровня тревоги, качества жизни и приверженности терапии представлена в таблице 3.

Как видно из таблицы 3 отмечена статистически значимая положительная динамика показателей уровня тревоги и качества жизни.

За время исследования у 8 пациентов (13,3%) наблюдались побочные эффекты, характерные для приема сартанов: повышенная утомляемость, общая слабость.

Все явления были кратковременными и не потребовали отмены препарата.

Выводы

Таким образом, азилсартан медоксомил, применяемый в виде монотерапии в течение 3 месяцев в дозах 40 и 80 мг у больных АГ I и II степеней, является эффективным антигипертензивным средством, которое статистически значимо снижает цифры АД и улучшает показатели СМАД. Препарат хорошо переносится больными. Азилсартан медоксомил является метаболически нейтральным препаратом, при этом в проведенном исследовании было выявлено статистически значимое снижение уровня глюкозы крови. В результате лечения азилсартана медоксомилом достоверно улучшаются и показатели качества жизни пациентов и снижается уровень тревоги по шкале Гамильтона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J 2013; 34:2159–219.
2. Weber MA, Schiffrin EL, White WB et al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. J Hypertens 2014; 32: 3–15.
3. Barrios V, Escobar C. Is a new crash coming? J Hypertens Open Access 2012; 1: e105.
4. Lowes CM, Vander Hoorn S, Rodgers A; International Society of Hypertension. Global burden of blood-pressure-related disease, 2001. Lancet 2008; 371 (9623): 1513–8.

© Атаева Зульмира Наримановна (kzn1957@mail.ru), Кудаев Магомед Таирович (kudaev54@mail.ru),

Шамилова Сабина Гаджимагомедовна (Sabina.Shamilova.84@mail.ru), Гаджиева Тутубича Абдурахмановна (tami2006@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭЗОФАГЕАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ЗОНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ФУНДОПЛИКАЦИИ

EZOPHAGEAL MEASURING PROBE FOR CONDUCTING OPERATIONS OF THE FUNDOPLICATION

**A. Berdnikov
M. Burmistrov**

Summary. Treatment of functional disorders of the esophagus associated with gastroesophageal reflux disease (GERD) is carried out with the help of drug therapy, or in an operative way. The main goal of the treatment is to restore the normal function of the cardia of the stomach and lower esophageal sphincter (NPS). To date, the main method of surgical treatment of GERD is laparoscopic or open fundoplication.

Keywords: Operations, fundoplication, cylinder, measuring channel.

Бердников Алексей Владимирович

*К.т.н., доцент, КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева
alex-berd@mail.ru*

Бурмистров Михаил Владимирович

*Д.м.н., профессор, Казанская государственная
медицинская академия*

Аннотация. Лечение функциональных нарушений пищевода, связанных с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью (ГЭРБ), осуществляется с помощью медикаментозной терапии, либо оперативным путем. При этом основной целью лечения является восстановление нормальной функции кардии желудка и нижнего пищеводного сфинктера (НПС). На сегодняшний день основным методом хирургического лечения ГЭРБ является лапароскопическая или открытая фундопликация.

Ключевые слова: Операции, фундопликация, цилиндр, измерительный канал.

К основным антирефлюксным операциям, выполняемым с помощью лапароскопической техники, относятся фундопликация по Ниссену (Nissen), при этом дно желудка на 360° оборачивается вокруг внутрибрюшного отдела пищевода в виде манжеты; фундопликация по Toupet, при которой дно желудка на 270° оборачивается вокруг внутрибрюшного отдела пищевода по задней поверхности и кардиопексия с использованием круглой связки печени. Чаще всего в клинической практике применяется фундопликация по Nissen по методике, описанной DeMeester для открытых операций. При этом дно желудка оборачивается в виде манжеты длиной 2 см вокруг внутрибрюшного отдела пищевода на 360°. В пищеводе при этом должен находиться дилататор — пищеводный зонд Ø33–36 Fr или буж, например «Maloney N56–60 Fr16», для ограничения степени затягивания манжеты [2].

При этом для исключения возможных послеоперационных осложнений, обусловленных субъективным определением усилия затягивания операционного шва предлагается методика проведения лапароскопической фундопликации с одновременным контролем усилия прижатия и величины давления в формируемом кольце

Измерение радиального усилия сжатия формируемого при операции кольца эзофагеального сфинктера решается за счет применения миниатюрного тензодинамометра (датчика усилия) и деформируемого элемента, передающего радиальное возмущение на тензодатчик (Рис. 1).

Схематично в плоскости, расположенной нормально по отношению к оси зонда модель измерительного пре-

образователя канала динамометра может быть представлена следующим образом (Рис. 2):

Если толщина стенок цилиндра зонда мала по сравнению с радиусом R , то в соответствии с рис. 3 выражение для тангенциальных касательных напряжений имеет вид, определяемый уравнением Лапласа [3].

$$P = \frac{\sigma_{\alpha} \cdot h}{R_{\alpha}} + \frac{\sigma_{\beta} h}{R_{\beta}},$$

где σ_{α} , σ_{β} — величины напряжений, h — толщина деформируемого материала, p — давление внутри.

Для тонкостенного цилиндра, подвергнутого внутреннему давлению можно при вычислениях считать напряжения, равномерно распределенными по толщине стенки. С учетом конфигурации цилиндра, полагаем $R_{\beta} \rightarrow \infty$ и выражение упрощается

$$P = \frac{\sigma_{\alpha} \cdot h}{R}$$

Стягивающее усилие F приложено к поперечному сечению ленты с толщиной h и длиной l (порядка 30 мм на практике), и в точке касания равно величине поверхностного напряжения. Отсюда величина давления внутри оболочки определяется как

$$p = \frac{F}{l * R}.$$

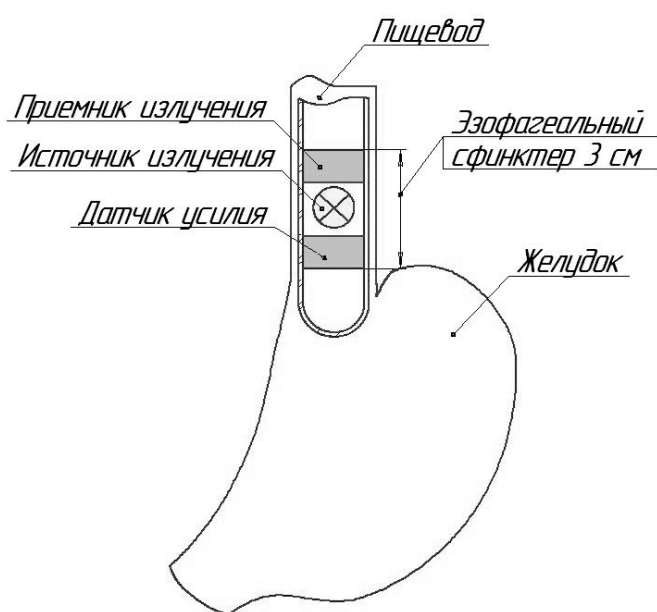


Рис. 1. Пищеводный зонд с вмонтированными в него измерительными каналами

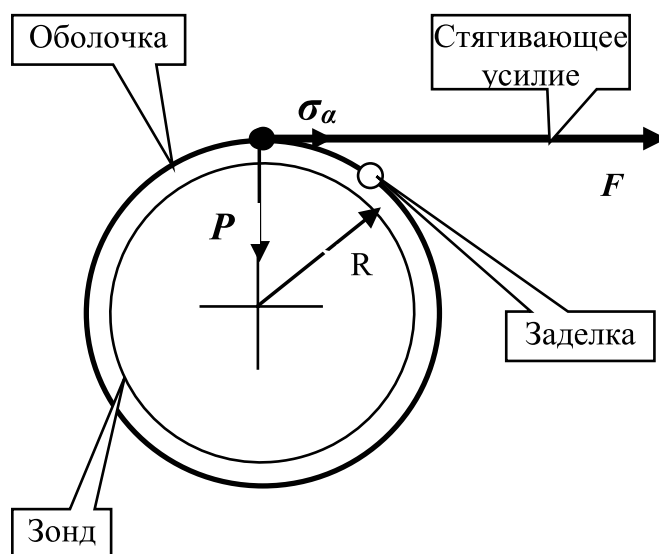


Рис. 2. Модель зонда в нормальном сечении

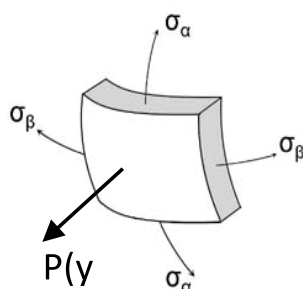


Рис. 3. Элементарный участок поверхности

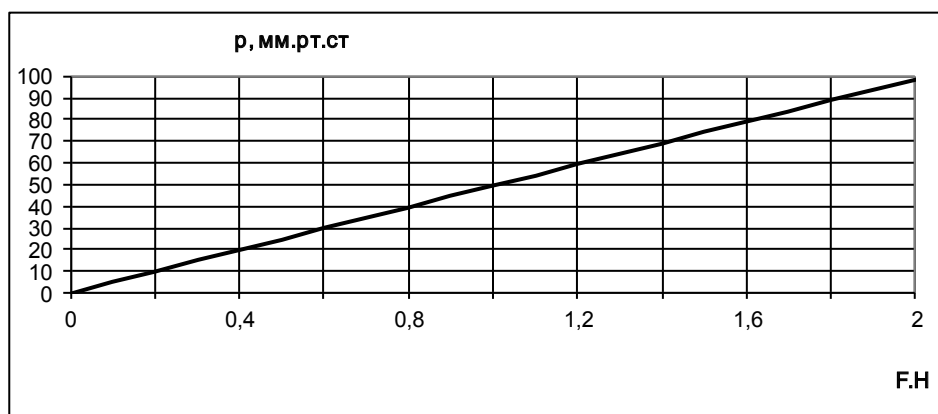


Рис. 4. Зависимость давления от усилия затягивания операционного шва в формируемом эзофагеальном сфинктере

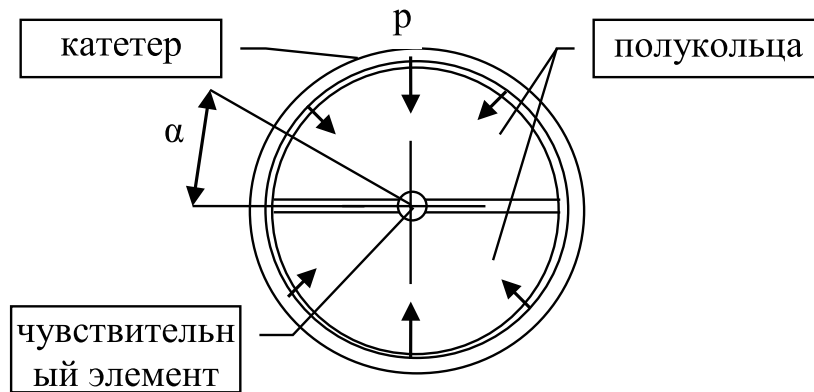


Рис. 5. Механическая модель измерительного канала

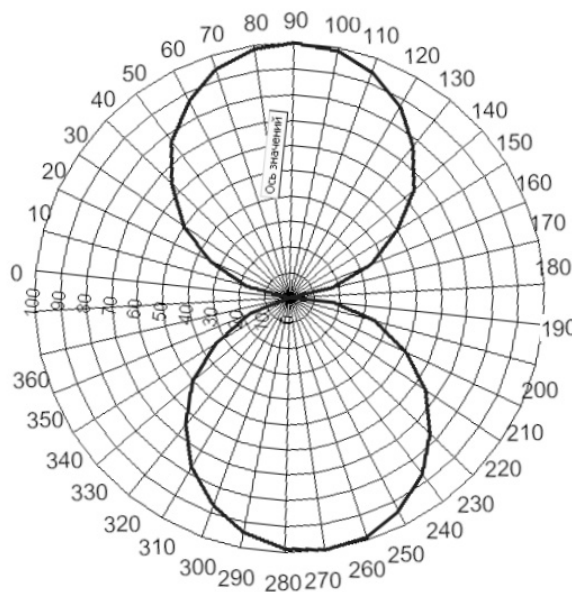


Рис. 6. Угловая характеристика измерительного канала

На рис. 4. представлена передаточная характеристика модели преобразователя, дающая вполне достоверные результаты, не смотря на целый ряд допущений, принятых при ее построении и позволяющая перейти ко второму этапу преобразования избыточного давления в электрический сигнал.

Физико-математическая модель преобразования может быть представлена следующим образом (рис. 5):

Преобразование избыточного давления внутри катетера в усилие, воспринимаемое тензодатчиком [4] описывается выражением:

$$F_d = 2 * \int_0^{\frac{\pi}{2}} p(F) * \sin \alpha \, d\alpha ,$$

и полученный измерительный канал имеет угловую характеристику вида, представленную на рис. 6.

Особенности угловой характеристики определяют специфику методики проведения измерения прижатия эзофагеального сфинктера в процессе проведения оперативного вмешательства.

Большое количество работ, посвященных проблемам измерения давления в пищеводе, а также значительный разброс результатов получаемых измерений во многом определяют методику тарировки разработанного измерительного канала. Окончательное решение о соответствии натяжения шовного материала, оптимальной величине прижатия формируемого перехода определяет, в конечном счете, хирург на ос-

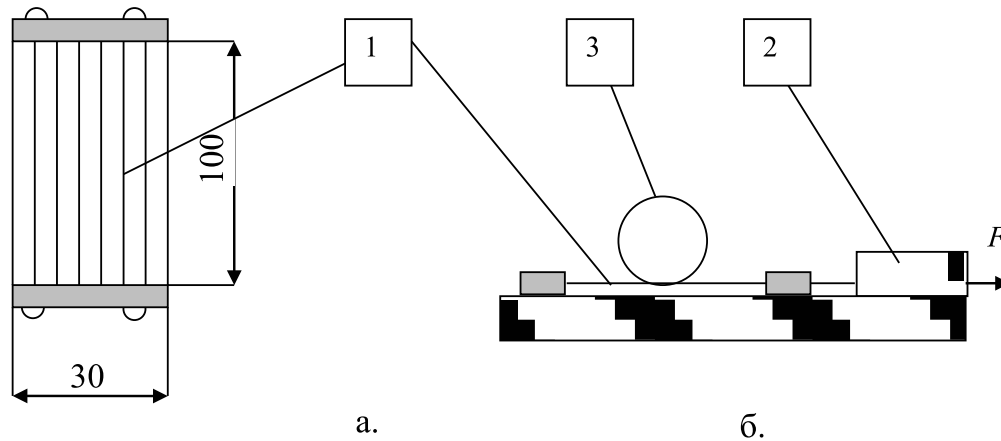


Рис. 7. Ленточный натяжитель (а) и схема станда (б)

новании имеющегося у него положительного опыта проведения подобных манипуляций [5]. Статистически фиксируемые при этом показатели усилия прижатия и давления в пищеводно-желудочном переходе становятся объективным критерием эффективности операции при ее выполнении менее опытным хирургом. В этой связи задачи тарировки и последующей поверки измерительного тракта состоят в создании тарировочного и поверочного оборудования, а также соответствующих методов.

В данном случае могут быть предложены два варианта оборудования для тарировки измерителя — с ленточной петлей — динамометром (Рис. 7) и с компрессионной камерой.

Ленточная петля-натяжитель (1) представляет собой две рамки, расположенные на расстоянии 100 мм с натянутыми между ними шнурами, причем при охвате измерительной части катетера (3) шнуры переплетаются через один. Одна из рамок фиксируется на по-

верхности, а ко второй подключается образцовый динамометр (2).

Тарировка канала производится по сопоставлению показаний образцового динамометра и тарируемого устройства. В процессе тарировки на каждом шаге изменения тарируемого усилия необходимо проведение не менее 4 измерений для различной ориентации измерительной части зонда по отношению к ленточному натяжителю с шагом 90°.

Тарировка измерителя с компрессионной камерой сводится к помещению измерительной части зонда или всего зонда в барокамеру с возможностью получения в ней избыточного давления в диапазоне до 200 мм рт. ст. и прецизионного измерения величины этого давления.

Таким образом предлагаемый зонд обеспечивает возможность инструментально-аппаратной объективизации усилия сшивания, прилагаемого при формировании кардиального сфинктера при проведении операции по Ниссену.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медицинские приборы. Разработка и применение. — М: — Медицинская книга, 2004. — 720с., ил.
2. Биофизические характеристики ткани человека. Справочник/ Березовский В. А., Колотилев Н. Н.; Отв. ред. и авт. предисл. Костюк П. Г.-Киев: Наук. думка, 1990.-224с
3. Егиев В. Н., г. Москва, Некоторые технические аспекты лапароскопической операции при грыже пищеводного отверстия диафрагмы. <http://www.laparoscopy.ru/article/10106-egiev.html>
4. Способ лапароскопической антирефлюксной операции фундопликации Патент РФ. на изобретение № 2463004// Сигал.Е.И., Бердников А. В., Бурмистров М. В. и соавт., обл. 10.10.2012.
5. Хирургическое лечение гастроэзофагеального рефлюкса. Н. Л. Матвеев, А. В. Протасов, Г. А. Кривцов, А. С. Леликов, Журнал «Эндоскопическая хирургия», N3–2000, стр. 21–25

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК ЛЕЧЕНИЯ ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ

ANALYSIS OF APPLICATION OF VARIOUS METHODS OF TREATMENT OF ARTICULAR FRACTURES OF THE CALCANEUS

**V. Voloshin
K. Shevyrev
A. Simakov**

Summary. Relevance. Many authors have repeatedly compared the methods of operative treatment of intraarticular fractures of the calcaneus. The effectiveness of treatment were assessed mainly by restoration of the anatomy of the calcaneus. And only a few have examined long-term outcomes.

Goal. The analysis of the frequency of application of treatment methods and their effectiveness on the basis of retrospective analysis of the incidence of arthrosis of the subtalar joint.

Materials and methods. Analyzed medical documentation for 71 observation of closed intra-articular calcaneal fractures, corresponding to types 83B1–83C3 classification AO (b or Type II — Type IV according to the classification of Sanders, or Type 1Ba — Type 3 according to the classification of Essex-Lopresti). Were studied the incidence of arthrosis of the subtalar joint after recovery one of the methods.

Results. During the study of remote results of restoration of the anatomical structure of the calcaneus different treatment methods in patients with intraarticular fractures of the established deadlines for the development of arthrosis of the subtalar joint and depending on it was ranked the methods and techniques of treatment efficiency.

Discussion and conclusions. The study shows the importance of choosing a method or methods of treatment of intraarticular fractures of the calcaneus.

Keywords: surgical treatment of heel bone, arthrosis of the subtalar joint.

Волошин Виктор Парфеньевич

Д.м.н., профессор, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского

Шевырев Константин Васильевич

К.м.н., с.н.с., Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского

Симаков Александр Юрьевич

*Аспирант, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского
vigor1288@yandex.ru*

Аннотация. Актуальность. Многие авторы не единожды сравнивали методы оперативного лечения внутрисуставных переломов пяточной кости. При этом эффективность лечения оценивалась в основном по восстановлению анатомии пяточной кости. И лишь единицы рассматривали отдаленные результаты лечения.

Цель. Анализ частоты применения методик лечения и их эффективность на основе ретроспективного анализа частоты развития артроза подтаранного сустава.

Материалы и методы. Проанализированы: медицинская документация по 71 наблюдению закрытых внутрисуставных переломов пяточной кости, соответствующие типам 83B1–83C3 по классификации AO (или Type II b — Type IV по классификации Sanders, или Type 1Ba — Type 3 по классификации Essex-Lopresti). Была изучена частота развития артроза подтаранного сустава после восстановления одной из методик.

Результаты. В ходе изучения отдаленных результатов восстановления анатомического строения пяточной кости различными методами лечения у больных с внутрисуставными переломами были установлены сроки развития артроза подтаранного сустава и в зависимости от этого были ранжированы методы и методики лечения по эффективности.

Обсуждение и выводы. Проведенное исследование показывает важность выбора метода или методики лечения при внутрисуставных переломах пяточной кости.

Ключевые слова: хирургическое лечение пяточной кости, артроз подтаранного сустава.

Введение

Уже много десятилетий не стихают споры между травматологами по поводу методик и методов лечения внутрисуставных переломов пяточной кости. Оперировать или нет. Одни настаивают на за-

крытой репозиции, другие на открытой. В последнее время появились сторонники малоинвазивных методик, которые активно настаивают на преимуществах последних. Вместе с тем, несмотря на, казалось бы, очевидное преимущество методик сочетающих открытую репозицию с различными методами фикса-

Таблица 1.
Распределение числа клинических наблюдений по методикам лечения

Методика лечения	Всего
Закрытая репозиция, гипсовая иммобилизация	10
Закрытая репозиция, остеосинтез спицами	36
Закрытая репозиция, остеосинтез винтами	9
Закрытая репозиция, остеосинтез аппаратом внешней фиксации	4
Открытая репозиция, остеосинтезом пластиной	8
Открытая репозиция, остеосинтез пластиной с костной пластикой	4
Итого	71

Таблица 2.
Частота выявления артроза подтаранного сустава по отношению к методике лечения

Методика лечения	Артроз подтаранного сустава
Закрытая репозиция, гипсовая иммобилизация	7
Закрытая репозиция, остеосинтез спицами	15
Закрытая репозиция, остеосинтез винтами	5
Закрытая репозиция, остеосинтез аппаратом внешней фиксации	4
Открытая репозиция, остеосинтез пластиной	7
Открытая репозиция, остеосинтез пластиной с костной пластикой	1
Итого	39

ции, большее развитие получают малоинвазивные методики.

Материалы и методы

В наше исследование мы отобрали 71 случай с закрытыми внутрисуставными переломами пяточной кости. Среди клинических наблюдений переломов пяточной кости были отобраны только соответствующие типам 83B1–83C3 по классификации АО (или Type II b — Type IV по классификации Sanders, или Type 1Ba — Type 3 по классификации Essex-Lopresti). По поводу этих переломов были выполнены шесть типов вмешательств. Во всех случаях были изучены: методы лечения, исходы внутрисуставных переломов пяточной кости, а также развитие последующего артроза подтаранного сустава в срок после 3 лет после перелома. Мы проанализировали методики, используемые в настоящее время, исключив методики которые применяются в единичных случаях или только лишь на базе одной из больниц.

Результаты и обсуждения

Как видно из представленных в таблице 1 данных, наибольшей «популярностью» пользуется закрытая репозиция с остеосинтезом спицами — 50%, на втором месте закрытая репозиция с гипсовой иммобилизацией — 14% и лишь немного ей уступает закрытая репозиция с остеосинтезом винтами — 12,6%. В тоже время современные методики, наиболее полно отвечающие принципам лечения внутрисуставных переломов 11,2% и 2,6%. Таким образом, несмотря на развитие технологий и оснащения современных стационаров выбор методики лечения внутрисуставных переломов пяточной кости до сих пор складывается в пользу закрытой репозиции и остеосинтеза спицами. С одной стороны малоинвазивность методик, превалирующих в лечении, объясняется стремлением сохранить кровоснабжение и максимально сберечь мягкие ткани в области пяточной кости.

С другой стороны закрытая репозиция дает меньше возможности восстановить анатомию пяточной кости,

а фиксация чаще всего менее стабильная. Чаще всего выбор в пользу этих методик падает из-за отсутствия материальной базы для выполнения высокотехнологичных операций, в меньшей степени из-за сохраняющегося предубеждения против оперативного лечения переломов пяточной кости. Вместе с тем анализ последующих результатов лечения показал, низкую эффективность малоинвазивных методик в позднем реабилитационном периоде — свыше 3 лет после операции.

Как видно из таблицы 2, при закрытой репозиции артроз подтаранного сустава развивался чаще. В том числе, развитие артроза подтаранного сустава, требующее радикального лечения — артродеза при закрытых методиках выполняется в несколько раз чаще. Так при закрытой репозиции с гипсовой иммобилизацией в 70% случаев, в наиболее часто используемой закрытой репозиции с остеосинтезом спицами в 42%, при фиксации винтами в 55,5%, а при фиксации в аппарате внешней фиксации все 100%. Однако и при открытой репозиции

с фиксацией только пластиной артроз развился в 87,5% случаев, против 25% при использовании открытой репозиции с костной пластикой и фиксацией пластиной. Все это говорит об эффективности открытой репозиции с костной пластикой и фиксации пластиной, несмотря на то, что ее применение в практике ограничено.

ВЫВОДЫ

Из полученных результатов видно, что анатомичность репозиции и способ ее сохранения при последующей фиксации имеет огромное значение в плане вероятности развития в последующем различного рода заболеваний заднего отдела стопы и голеностопного сустава. Однако малоинвазивные методики, которые, казалось бы, себя не оправдали должным образом, не стоит убирать в архив, именно с них надо начинать лечение. А при невозможности полной репозиции и адекватной фиксации — переходить к открытой репозиции и адекватной фиксации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анкин Л. Н. Повреждения пяточной кости / Л. Н. Анкин, Н. Л. Анкин // Практическая травматология — европейские стандарты диагностики и лечения. — М., 2002. — С. 395–408.
2. Бодня А. И. Внутрисуставные повреждения пяточной кости / А. И. Бодня, С. И. Кривенко // Материалы первой международной конференции по хирургии стопы и голеностопного сустава в Москве. — М., 2006. — С. 18.
3. Корышков Н. А., Платонов С. М. Лечение переломов пяточной кости с применением устройства для репозиции отломков Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2005. № 4. 33–35.
4. Корышков Н. А. Травма стопы / Н. А. Корышков. — Ярославль, Рыбинск, 2006. — С. 37–68.
5. Мирошникова Е. А. Лечение больных с отдаленными последствиями переломов пяточной кости: дис. канд. мед. наук / Е. А. Мирошникова; ГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов». — Москва, 2009. — 74 с.
6. Тошев Б. Р. Механизм развития и лечение пациентов с последствиями внутрисуставных переломов пяточной кости / Б. Р. Тошев, Ш. Ш. Хамраев // Гений ортопедии. — 2009. — N. 1. — С. 37–40.
7. Швед С. И. Оценка отдаленных анатомо-функциональных результатов лечения больных с переломами пяточной кости / С. И. Швед, Ю. М. Сысенко, В. Г. Шиллов // Совр. проблемы биологии и медицины: Мат. XXX обл. научн.-практич. конф. Курган, 1998. — С. 92–94.
8. Buckley R. E. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial / R. E. Buckley, S. Tough, R. McCormack, G. Pate, R. Leighton, D. Petrie, Galpin // J. Bone Jt. Surg. Am., — 2002. — Vol. 84- A. — P. 1733–44.
9. Funk E. M. Dislocated intra-articular calcaneus fractures. Long-term follow-up after open reposition and osteosynthesis / E. M. Funk, M. Wiedemann, R. Bickel, A. Ruter // Unfallchirurg. 1995. — Vol. 98, N. 10. — P. 501–506.
10. Herscovici D. Jr. Operative treatment of calcaneal fractures in elderly patients / D. Jr. Herscovici, J. Widmaier, J. M. Scaduto, R. W. Sanders, A. Walling // J. Bone Jt. Surg. Am. — 2005. — Vol. 87. — P. 1260.
11. Ibrahim T. Displaced intra-articular calcaneal fractures: 15-year follow-up of a randomised controlled trial of conservative versus operative treatment / T. Ibrahim, M. Rowsell, W. Rennie, A. R. Brown, G. J. Taylor, P. J. Gregg // Injury. — 2007. — Vol. 38. — P. 848–55.
12. Lim. Complications of intraarticular calcaneal fractures / Lim, V. A. Edward, Leung, F. Jean Pierre // Clin. Orthop. Rel. Res. — 2001. — Vol. 397. — P. 7–16.
13. Makki D. Osteosynthesis of displaced intra-articular fractures of the calcaneum / D. Makki, H. M. Alnajjar, S. Walkay, U. Ramkumar, A. J. Watson // J. Bone Jt. Surg. Br. Vol., — Vol. 92- B, N. 5. — P. 693–700.
14. Naovaratnophas P. The long term results of internal fixation of displaced intra-articular calcaneal fractures / P. Naovaratnophas, A. Thepchatrri // J. Med. Assoc. — 2001. — Vol. 84, N. 1. — P. 36–44.

ТРОМБОЦИТЫ И ТРОМБОЦИТАРНО/ЛИМФОЦИТАРНОЕ СООТНОШЕНИЕ, КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ИСХОДА РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ У БОЛЬНЫХ С СИНДРОМОМ КРИТИЧЕСКОЙ ИШЕМИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

PLATELETS AND PLATELET/ LYMPHOCYTE RATIO AS DIAGNOSTIC AND PREDICTION CRITERIA OF REVASCULARIZATION OUTCOMES IN CRITICAL LIMB ISCHEMIA PATIENTS

**E. Drozzhin
I. Katelnitskiy
A. Zorkin
K. Mazaishvili**

Summary. The possibility of using the quantity, some morphological parameters of peripheral blood platelets and platelet/lymphocyte ratio (TLK — coefficient) in the diagnosis and prognosis of the outcome of revascularization interventions in patients with critical limb ischemia is considered. In patients with critical ischemia, in comparison with patients with obliterating diseases of peripheral arteries without signs of critical ischemia, TLK and platelet-form factor (PDW) were statistically significantly higher. An unfavorable prognosis of arterial revascularization in critical ischemia is associated with an increase in the TLC score of more than $360 \times 10^9/L$ and lymphopenia.

Keywords: critical limb ischemia, obliterating diseases of lower limbs, diagnosis of critical ischemia, prognosis of arterial revascularization outcome, platelets, platelet/lymphocyte ratio.

Дрожжин Евгений Васильевич

*Д.м.н., профессор, БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский
государственный университет»
fxsurgu@yandex.ru*

Кательницкий Иван Иванович

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Ростовский
государственный медицинский университет»
Минздрава России
rostgmukhb1@yandex.ru*

Зорькин Алексей Александрович

*К.м.н., доцент, БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский
государственный университет» az_99@mail.ru*

Мазайшвили Константин Витальевич

*Д.м.н., доцент, БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский
государственный университет»
fxsurgu@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос возможности использования количества, некоторых морфологических показателей тромбоцитов периферической крови и тромбоцитарно/лимфоцитарного соотношения (ТЛК — коэффициент) в диагностике и прогнозе исхода реваскуляризирующих вмешательств у больных с критической ишемией нижних конечностей. У больных с критической ишемией в сравнении с больными облитерирующими заболеваниями периферических артерий без признаков критической ишемии ТЛК и форм-фактор тромбоцитов (PDW) были статистически значимо выше. Неблагоприятный прогноз артериальной реваскуляризации при критической ишемии ассоциируется с повышением показателя ТЛК более $360 \times 10^9/л$ и лимфопенией.

Ключевые слова: критическая ишемия нижних конечностей, облитерирующие заболевания нижних конечностей, диагностика критической ишемии, прогноз исхода артериальной реваскуляризации, тромбоциты, тромбоцитарно/лимфоцитарное соотношение.

Лечение больных с облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей (ОЗАНК) с признаками критической ишемии (КИ) до настоящего времени остается нерешенной проблемой. Для этой категории пациентов характерны стабильно высокая частота неудавшихся сосудистых реваскуляризаций, ампутаций и летальности, связанной прежде всего с мультифокальным поражением сосудистой системы. Новые случаи КИ регистрируются с частотой около 500–1000 в год/1 млн. населения. Частота патологии

в развитых странах имеет тенденцию к росту, что связано в основном со старением населения и увеличением частоты распространения сахарного диабета в популяции. У больных с КИ имеется крайне высокий риск высокой ампутации, сердечно-сосудистых заболеваний и летальности от них, а также существенное снижение качества жизни. При отсутствии лечения в течение года 25–45% пациентов с критической ишемией подвергаются высоким ампутациям конечностей, а риск летального исхода в этот период времени оценивается примерно

в 25% [1,2]. Для указанной категории больных крайне высок риск неблагоприятных сосудистых событий, при этом существующие на настоящем этапе развития медицины методы диагностики и лечения не позволяют надеяться на кардинальное изменение ситуации [3].

Идентификация и внедрение прогностических показателей выгодны клиницисту, так как они позволяют оптимизировать хирургическую тактику и акцентировать ее на использовании менее инвазивных методов лечения, например на эндоваскулярных вмешательствах [4]. Диагностические методы, позволяющие поставить диагноз КИ конечности и прогнозировать исход течения заболевания и успех выбранной тактики лечения, требуют дальнейшего совершенствования, так как имеющиеся в арсенале врача диагностические тесты не в полной мере удовлетворяют упомянутым требованиям. В связи с этим не вызывает сомнений необходимость поиска новых диагностических и прогностических критериев при ОЗАНК в стадии КИ.

Атеросклероз относится к категории системных патологических процессов, которые протекают с нарушением всех видов обмена веществ. Доказана патогенетическая роль в развитии и прогрессировании как самого атеросклероза, так и основных его осложнений ферментных систем, прежде всего системы свертывания-противосвертывания-фибринолиза. Наиболее отчетливо это проявляется при наличии критической ишемии конечности [5]. КИ сопровождается развитием чаще субклинически протекающего, реже клинически значимого ДВС-синдрома. Лабораторно указанные процессы проявляются дискоагуляцией, нарастанием концентраций Д-димеров и растворимых фибрин-мономерных комплексов (РФМК) [6]. Патогенез облитерирующих заболеваний артерий в целом и ОЗАНК в частности во многом определяется многообразными медиаторными взаимодействиями и системным эндотелиозом. Важную роль в развитии атеросклероза и его осложнений играют лейкоциты и их клеточные взаимодействия. Предполагается, что в основе патофизиологии облитерирующих заболеваний периферических артерий лежат механизмы активного воспалительного ответа с участием различных пулов клеток лейкоцитарного ряда, прежде всего нейтрофилов. Реализация воспалительных процессов проходит с высвобождением метаболитов арахидоновой кислоты, факторов агрегации тромбоцитов, свободных радикалов, протеолитических ферментов, таких как миелопероксидаза, эластаза, фосфатазы. Подобные медиаторные взаимодействия сопровождаются нейтрофилией и кортизол-индуцированной лимфопенией [7].

Хорошо известно о вовлечении тромбоцитов в системные патологические процессы, такие как системная воспалительная реакция, сепсис, ДВС-синдром, травма

и т.п. [8,9,10] Действительно, реакция сосудисто-тромбоцитарного звена гемостаза является важным патогенетическим фактором в развитии и прогрессировании коагулопатии потребления и повреждения эндотелия. Это сопровождается изменениями абсолютного количества, концентраций и соотношений циркулирующего и тканевого пулов различных иммунокомпетентных клеток, изменением абсолютного количества, концентрации и форм-фактора циркулирующих тромбоцитов. Прогностическая роль интегральных показателей периферической крови, таких как нейтрофильно/лимфоцитарный коэффициент, тромбоцитарно/лимфоцитарный коэффициент установлена для различных заболеваний, прежде всего опухолей [11,12,13]. Исследование этих показателей относится к категории рутинных, имеет низкую стоимость и может быть выполнено в условиях типовой клиничко-диагностической лаборатории любого лечебно-профилактического учреждения, в связи с чем ряд авторов указывают на возможность их применения в качестве критериев диагностики и прогноза и при атеросклеротическом поражении сосудистого русла [14,15]. Исходя из вышеизложенного, для решения актуальных задач диагностики и прогноза у больных КИ может быть перспективным определением как параметров форменных элементов периферической крови лейкоцитарного ряда и тромбоцитов, так и интегральных показателей с их участием.

Цель исследования

Изучить диагностическую ценность определения количества тромбоцитов и их морфологии, а также лимфоцитов периферической крови с определением соотношения тромбоциты/лимфоциты (коэффициент ТЛК) у больных с синдромом КИ нижних конечностей при ОЗАНК, а также прогностическую значимость этих показателей в отношении сохранения конечности в ранние сроки после проведения ревазуляризирующих вмешательств.

Материалы и методы

В проспективное исследование были включены 318 пациентов с ОЗАНК атеросклеротического генеза, находившихся на лечении в отделении сосудистой хирургии БУ «Сургутская городская клиническая больница» и в клинике госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Ростовский Государственный медицинский университет» Минздрава России в период 2009–2017 г.г., отвечавшие критериям включения. Исследование проводилось по единому протоколу. Наличие и основные топоморфологические характеристики ОЗАНК подтверждались методами традиционной ангиографии и мультиспиральной КТ-ангиографии. Гемодинамически значимые нарушения кровотока и степень их гемодинамической

Таблица 1. Некоторые показатели тромбоцитов и лимфоцитов у больных ОЗАНК

	Основная группа		Группа сравнения		p
	X	±m	X	±m	
Тромбоциты, x10 ⁹ /л	358	96	259	83	>0,05
MPV тромбоцитов, fL	7,7	2,5	4,9	1,9	>0,05
PDW тромбоцитов, %	22,9	8,4	11,8	4,1	<0,05
Лимфоциты, x10 ⁹ /л	1,2	0,4	2,4	0,3	>0,05
ТЛК	298	86	108	39	<0,05

значимости регистрировались методом УЗДГ с ЦДК. Степень ишемии конечности определялась на основе классификации А.В. Покровского-Фонтейна. Всем пациентам были проведены реваскуляризирующие сосудистые вмешательства на различных сегментах конечностей, в том числе многоэтажные сосудистые реконструкции. Некоторые из вмешательств были дополнены выполнением некрэктомий мягких тканей и «малых» ампутаций. Критериями исключения были наличие документированного иммунодефицита, факт применения цитостатиков и глюкокортикоидных лекарственных средств в течение 1 года перед госпитализацией, а также признаков активного неспецифического артериита, клинически значимая исходная врожденная или приобретенная коагулопатия, тяжелая патология печени с явлениями гиперспленизма. Кроме того, не включались в исследование пациенты, у которых попытка проведения реваскуляризации оказалась неудачной. Под неблагоприятным результатом артериальной реваскуляризации у больных с ОЗАНК и КИ понимали развитие до выписки из стационара полиорганной недостаточности (СПОН) с летальным исходом, прогрессирование ишемических проявлений с последующим выполнением вынужденной ранней высокой ампутации конечности. Пациентов разделили на две группы. В основную группу отнесли больных ОЗАНК с признаками КИ нижних конечностей (211 человек). В группу сравнения — больных ОЗАНК без признаков КИ (107 человек). Группы были сопоставимы по основным эпидемиологическим и клиническим пара-

метрам: полу, возрасту, причинам возникновения ОЗАНК, проявлениям сопутствующей патологии, объемам периперационной медикаментозной терапии и хирургического вмешательства. Количественное определение, основные морфологические показатели тромбоцитов (средний объем MPV, форм-фактор PDW) и лимфоцитов периферической крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе MEK-7222 (Nihon Kohden, Japan). Использовались режимы калибровки и обслуживания, стандартные реагенты, рекомендованные производителем. При отклонении полученных показателей в 2 и более раза от референтных значений количественное определение проводили с использованием традиционных ручных методов (подсчет тромбоцитов по Фонию). Рассчитывался коэффициент тромбоциты/лимфоциты (ТЛК). Исходные показатели сравнивали между группами (диагностическая значимость при КИ), а также показатели в раннем послеоперационном периоде через 1–3 суток после вмешательства (прогностическая значимость исхода артериальной реваскуляризации). Оценка проводилась методами вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.1 с учетом характера распределения показателей. При нормальном характере распределения для оценки значимости различий применяли t-критерий Стьюдента, при ненормальном распределении использовали непараметрический критерий Манна-Уитни. Различия показателей считали статистически значимыми при критическом уровне значимости (p) менее 0,05.

Результаты и их обсуждение

Результаты рассматриваемых лабораторных показателей, полученные при обследовании пациентов с ОЗАНК, представлены в таблице 1.

По рассматриваемым показателям тромбоцитов различия были статистически значимы только для показателя форм-фактора тромбоцитов, который был почти в 2 раза больше у больных с клиническими признаками КИ. Кроме того, для указанной категории пациентов были характерны повышение показателя ТЛК, $p < 0,05$ и лимфопения, хотя различия по последнему показателю между группами не были статистически значимы ($p = 0,059$).

Указанные выше показатели были рассмотрены с учетом непосредственного исхода проведенного реваскуляризирующего сосудистого вмешательства. Так, у больных с неблагоприятным исходом артериальной реваскуляризации уровень тромбоцитов составил $396 \pm 115 * 10^9/\text{л}$, уровень лимфоцитов составил $1,1 \pm 0,4 * 10^9/\text{л}$. В группе успешной артериальной реваскуляризации уровень тромбоцитов составил $278 \pm 94 * 10^9/\text{л}$, уровень лимфоцитов составил $2,4 \pm 0,6 * 10^9/\text{л}$. ТЛК в группе неблагоприятного исхода реваскуляризации составил 360 ± 167 , в группе благоприятного исхода — 116 ± 35 . Отмечены статистически значимые различия между группами с неблагоприятным и благоприятным исходом реваскуляризации по величине ТЛК ($p < 0,02$) и абсолютному количеству лимфоцитов ($p < 0,05$).

У пациентов с ОЗАНК мы не выявили статистически значимых различий в тромбоцитарных показателях между группами, имевшими клинические проявления КИ и без них, кроме показателя PDW (форм-фактор тромбоцитов), который в основной группе оказался существенно больше. Это является признаком прогрессирования анизоцитоза тромбоцитов соответственно степени увеличения проявлений КИ конечности. Отсутствие статистически значимых различий по другим исследуемым параметрам может объясняться существенными колебаниями результатов подсчета тромбоцитов и лимфоцитов, не отвечающими принципам нормального распределения. С учетом последних данных, это может иметь самостоятельное значение в развитии неблагоприятных исходов артериальной реваскуляризации у больных с КИ, т.к. прогрессирующий анизоцитоз тромбоцитов можно рассматривать с позиций начальных проявлений их апоптоза, протекающего с высвобождением тромбоцитарных микрочастиц (ТМ), ключевой особенностью которых является прокоагулянтная активность. Повышенный уровень ТЛК может сопровождать повышенное прокоагулянтное действие ТМ, приводя к активации системы гемостаза и развитию тромботических осложнений как в зоне

реваскуляризации, так и за ее пределами [16]. В группе больных с КИ соотношение тромбоциты/лимфоциты оказалось статистически значимо более высоким, чем аналогичный показатель в группе сравнения, когда ОЗАНК не имели клинических проявлений КИ, что не противоречит имеющимся литературным данным [14,15,16]. Так, в работе Tasoglu I., et al., 2014[14] было установлено, что оптимальным для стратификации риска летального исхода является уровень $\text{ТЛК} \geq 160$. Превышение этого показателя сопровождалось средней длительностью сохранения конечности 22 месяца, в то время как меньшие его значения ассоциировались с продолжительностью сохранения конечности более 60 месяцев. Gary T., et al., 2013[16] сообщают, что показатель $\text{ТЛК} > 150$ у больных ОЗАНК оказался диагностически аналогичным нейтрофильно/лимфоцитарному коэффициенту и ассоциировался с увеличением риска КИ в 1,9 раза. В группе с $\text{ТЛК} > 150$ частота КИ составила 45,9%, при меньших показателях — 22%, $p < 0,001$. Было установлено, что в группе с высокими показателями ТЛК чаще встречались не только КИ, но и другие серьезные атеросклеротические поражения, в том числе сосудистые катастрофы в коронарном и церебральном бассейнах. Так в группе с $\text{ТЛК} > 150$ частота острого инфаркта миокарда составила 5,7% против 3,5% при меньших показателях, $p < 0,02$. Даже такая патология, как застойная сердечная недостаточность и фибрилляция предсердий, были более распространены в группе с $\text{ТЛК} > 150$. Это позволяет характеризовать данный показатель, как прогностический маркер исхода от сосудистых катастроф у пациентов с ОЗАНК и КИ. В этом же исследовании продемонстрировано, что при более агрессивном течении атеросклеротического процесса регистрируется увеличение количества тромбоцитов, а медиана ТЛК была значительно выше у пациентов с изъязвлениями по сравнению с теми, у кого не было кожных дефектов.

Надо отметить, что как при КИ в целом, так и при негативном прогнозе артериальной реваскуляризации мы получили более существенное повышение значения ТЛК. Вероятно, это связано с дизайном нашего исследования, не предусматривающего оценку исхода реваскуляризации в отдаленном послеоперационном периоде и выбором конечных точек, куда мы включали не только неблагоприятные исходы в результате конкурирующих сосудистых поражений, но и прогрессирование КИ с развитием гангрены конечности в ранние сроки послеоперационного периода. Пациенты с неблагоприятным исходом сосудистой реваскуляризации имели максимально высокие, более 360 значения соотношения тромбоциты/лимфоциты (коэффициент ТЛК), что мы связываем с возникновением и прогрессированием СПОН, тромбоцитозом, лейкопенией, а значит, этот интегральный показатель может выступать

в качестве вспомогательного критерия неблагоприятного прогноза выполненного вмешательства и течения заболевания.

Выводы

При ОЗАНК соотношение тромбоциты/лимфоциты (коэффициент ТЛК) можно использовать, как вспомогательный лабораторный тест, подтверждающий наличие КИ нижних конечностей.

Развитие КИ сопровождается развитием анизоцитоза тромбоцитов, что лабораторно проявляется статистиче-

ски значимым увеличением показателя PDW(форм-фактора) тромбоцитов, по сравнению с больными ОЗАНК без клинических проявлений КИ.

Неблагоприятный прогноз артериальной ревазуляризации предполагается при лимфопении и повышении соотношения тромбоциты/лимфоциты (коэффициент ТЛК) более 360.

Полученные данные у больных ОЗАНК с признаками КИ могут быть полезными для их использования при диагностике и прогнозировании результатов ревазуляризации сосудистого русла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mangiafico R. A., Mangiafico M. Medical treatment of critical limb ischemia: current state and future directions. //Curr.Vasc. Pharmacol. 2011. Vol.9(6). P. 658–676.
2. Nehler M. R., Duval S., Diao L., Annex B. H., Hiatt W. R., Rogers K., et al. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia in an insured national population. // J. Vasc. Surg. 2014. Vol.60. P. 686–695.
3. Miyahara T., Suhara M., Nemoto Y., Shirasu T., Haga M., Mochizuki Y., et al. Long-term results of treatment for critical limb ischemia. //Ann. Vasc. Dis. 2015. Vol.8. P. 192–197.
4. Chan C., Puckridge P., Ullah S., Delaney C., Spark J. I. Neutrophil-lymphocyte ratio as a prognostic marker of outcome in infrapopliteal percutaneous interventions for critical limb ischemia. //J. Vasc. Surg. 2014. Vol.60(3). P. 661–668.
5. Krishna S. M., Moxon J. V., Golledge J. A review of the pathophysiology and potential biomarkers for peripheral artery disease. //Int. J. Mol. Sci. 2015. Vol.16. P. 11294–11322.
6. Cassar K., Bachoo P., Ford I., Greaves M., Britten J. Markers of coagulation activation, endothelial stimulation and inflammation in patients with peripheral arterial disease. //Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. 2005 Feb. Vol.29(2). P. 171–176.
7. Erturk M., Cakmak H. A., Surgit O., Celik O., Aksu H. U., Akgul O., Gurdogan M., Bulut U., Ozalp B., Akbay E., Yildirim A. Predictive value of elevated neutrophil to lymphocyte ratio for long-term cardiovascular mortality in peripheral arterial occlusive disease. //J. Cardiol. 2014. Vol.64(5). P. 371–376.
8. Members of American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference Committee: Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. //Crit. Care Med. 1992. Vol.20. P. 864–874.
9. Ogura H., Kawasaki T., Tanaka H., Koh T., Tanaka R., Ozeki Y., et al. Activated platelets enhance microparticle formation and platelet-leukocyte interaction in severe trauma and sepsis. //J. Trauma. 2001. Vol.50(5). P. 801–809.
10. Klinger M. H., Jelkmann W. Role of blood platelets in infection and inflammation. //J. Interferon Cytokine Res. 2002. Vol.22(9). P. 913–922.
11. Smith R. A., Bosonnet L., Raraty M. Preoperative platelet-lymphocyte ratio is an independent significant prognostic marker in resected pancreatic ductal adenocarcinoma. //Am. J. Surg. 2009. Vol.197(4). P. 466–472.
12. Zhou X., Du Y., Huang Z., Xu J., Qiu T., Wang J., et al. Prognostic value of PLR in various cancers: a meta-analysis. // PLoS One. 2014. Vol.9. E101119.
13. Wu G., Yao Y., Bai C., Zeng J., Shi D., Gu X., et al. Combination of platelet to lymphocyte ratio and neutrophil to lymphocyte ratio is a useful prognostic factor in advanced non-small cell lung cancer patients. //Thorac Cancer. 2015. Vol.6. P. 275–287.
14. Tasoglu I., Sert D., Colak N., Uzun A., Songur M., Ecevit A. Neutrophil-lymphocyte ratio and the platelet-lymphocyte ratio predict the limb survival in critical limb ischemia. //Clin. Appl. Thromb. Hemost. 2014. Vol.20(6). P. 645–650.
15. Wang Q., Liu H., Sun S., Cheng Z., Zhang Y., Sun X., Wang Z., Wang S. Neutrophil-to-lymphocyte ratio is effective prognostic indicator for post-amputation patients with critical limb ischemia. //Saudi Med. J. 2017. Vol.38(1). P. 24–29.
16. Gary T., Pichler M., Belaj K., Hafner F., Gerger A., Froehlich H., Eller P., Rief P., Hackl G., Pigler E., Brodmann M. Platelet-to-lymphocyte ratio: a novel marker for critical limb ischemia in peripheral arterial occlusive disease patients. // PLoS One. 2013. Vol.8(7). E67688.

© Дрожжин Евгений Васильевич (fxsurgu@yandex.ru fxsurgu@yandex.ru), Кательницкий Иван Иванович (rostgmukhb1@yandex.ru), Зорькин Алексей Александрович (az_99@mail.ru), Мазайшвили Константин Витальевич (fxsurgu@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПОКАЗАТЕЛИ СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ У ЖЕНЩИН ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

EVALUATION OF DAILY MONITORING IN WOMEN WITH ISCHEMIC HEART DISEASE

**N. Koriagina
O. Melekhova
A. Shadrin
K. Prokhorov**

Summary. We have studied the indicators of daily ECG monitoring of 237 women. A greater number of violations of the rhythm in the context of ischemic heart disease have been identified in combination with a decrease in the overall variability of the heart rhythm, the contribution of the parasympathetic department of the autonomic nervous system. These processes are interconnected with anxiety-depressive symptoms and the manifestation of climacteric syndrome.

Keywords: Ischemic heart disease, working age, heart rate variability, women.

Корягина Наталья Александровна

Д.м.н., доцент, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера; главный терапевт Минздрава Пермского края
nina11-85@mail.ru

Мелехова Оксана Борисовна

Соискатель, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера; главный специалист по первичной медико-санитарной помощи Минздрава Пермского края
melekhova@yandex.ru

Шадрин Александр Андреевич

Соискатель, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера; врач-невролог
shadrin1903@gmail.com

Прохоров Кирилл Владимирович

Главный врач ГБУ ПК «МСЧ «№ 1», соискатель, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера; главный специалист по эндоваскулярной хирургии Минздрава Пермского края
kipro59@gmail.com

Аннотация. У 237 женщин исследовали показатели суточного мониторирования электрокардиографии. Выявлено большее количество нарушений ритма на фоне ишемической болезни сердца в сочетании со снижением общей вариабельности ритма сердца, вклада парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Данные процессы имеют взаимосвязь с тревожно-депрессивной симптоматикой и проявлениями климактерического синдрома.

Ключевые слова: Ишемическая болезнь сердца, трудоспособный возраст, вариабельность ритма сердца, женщины.

Актуальность

Кардиальная патология является важной проблемой общественного здравоохранения из-за высокой распространенности и смертности [1]. Повышение вероятности ранней смерти из-за сердечно-сосудистого заболевания (ССЗ) связано с огромными потерями для государства и ведет к обсуждению факторов риска, что позволит политике общественного здравоохранения расставить приоритеты и изыскать ресурсы для оптимизации профилактики и лечения [2,3]. Частота и распространенность ишемической болезни сердца (ИБС) в развивающихся странах растет и вызывает тревогу [1]. Риск развития у мужчин выше, чем у женщин с сохраненным менструальным циклом (МЦ) [4]. Заболеваемость увеличивается у женщин в постме-

нопаузе, что связано с дефицитом эстрогена. К основным различиям ИБС относятся гормональные факторы как главная защитная роль эстрогенов, а также артериальная гипертензия и ожирение, которые также вносят значительный вклад в прогрессирование заболевания [5,6]. Снижение синтеза половых гормонов у женщин в до- и постменопаузе является одной из причин ИБС, теперь признано фактором риска, но все же первое место — нарушения обмена веществ, которые лежат в основе развития метаболических нарушений у женщин, объединенные в единый комплекс — менопаузальный метаболический синдром [7].

Женщины в постменопаузе представляют группу повышенного риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [5]. Многие клинические исследования

показали, что после менопаузы на фоне прекращения производства эстрогенов развиваются изменения в сосудистой реактивности: снижается производство простаглицлина, повышаются уровни эндотелина и нарушаются механизмы эндотелиального сосудистого тонуса [7–9]. На сегодня остается актуальным вопрос кардио-метаболических нарушений, которые провоцируются изменениями гормональных взаимодействий с формированием резистентности к инсулину и ассоциацией со структурно-функциональной перестройкой сердечно-сосудистой системы.

Цель работы

Изучить показатели вариабельности ритма сердца у женщин с ишемической болезнью сердца и без нее в зависимости от наличия менструального цикла.

Материалы и методы

Было проведен скрининг 237 женщин с пре- и постменопаузальными периодами с ИБС. Группа сравнения включала 87 женщин сопоставимого возраста без ИБС. В исследовании участвовали женщины в возрасте от 38 до 64 лет ($49,48 \pm 6,40$ лет) на амбулаторном этапе. Мы выделили 4 группы: 1 группа ($n=89$) — женщины с ИБС и сохраненный МЦ, 2 группа ($n=148$) — женщины в постменопаузе с ИБС, 3 группа ($n=33$) — женщины с сохраненным МЦ без ССЗ, 4 группа ($n=54$) — женщины без ишемической патологии в постменопаузе.

Набор пациентов состоялся на амбулаторном приеме кардиолога по критериям включения: 1. Диагностика ишемической болезни сердца, стабильная стенокардия стресса 1–2 функционального класса по классификации Канадского сердечно-сосудистого общества в соответствии с национальными рекомендациями по диагностике и лечению стабильной стенокардии, 2008. 2. Согласие пациента на участие в исследовании (письменное согласие на обработку персональных данных респондента (согласно Федеральному закону № 152 «О персональных данных») и информированное согласие на медицинское вмешательство. 3. Возраст до 65 лет. Критерии исключения: острый коронарный синдром, аортально-коронарная шунтирующая хирургия, чрескожная коронарная интервенция тромбоза легких, острый цереброваскулярный несчастный случай, переданный менее чем за 1 год до включения в исследование; опасные для жизни аритмии; алкогольная, наркотическая и наркотическая зависимость; беременность и грудное вскармливание; ревмокардит; воспалительная этиология болезни сердца (миокардит, перикардит, эндокардит) тромбоз глубоких вен нижних конечностей; синдром приобретенного иммунодефицита и другие инфекционные заболевания; хронические заболевания печени и почек;

онкологические заболевания; пациенты с недостаточностью кровообращения более II функционального класса по Нью-Йоркской классификации; бронхиальная обструкция (хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма) сахарный диабет; отказ пациента принять участие в исследовании.

Диагноз ИБС с помощью стресс-стенокардии считался подтвержденным у пациентов с типичной стенокардией и одним из двух критериев: 1) положительный неинвазивный результат (ежедневный мониторинг ЭКГ), велоэргометрия и / или инвазивное (коронарное) исследование. Всем проведено обследование акушером-гинекологом.

Для ежедневного мониторинга ЭКГ использовались переносные сердечные регистраторы, изготовленные фирмой Astrocord, Россия, с непрерывной 24-часовой записью ЭКГ и последующим автоматическим анализом на персональном компьютере. Результаты анализа включали данные о частоте сердечных сокращений и аномалиях проводимости, частоте сердечных сокращений (минимальном, максимальном, среднем) и сдвиге сегмента S-T относительно изолинии (для исключения ишемии миокарда). Оценено количество нарушений сердечного ритма. Выявленные аритмии классифицировались следующим образом: наджелудочковая экстрасистолия (НЖЭ), желудочковая экстрасистолия (ЖЭ), комбинация наджелудочковых и желудочковых экстрасистол, фибрилляция предсердий (ФП). Проведено исследование временного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма (BPC). Наиболее важными показателями спектрального анализа являются стандартное отклонение от средней арифметической продолжительности следующих интервалов RR во время наблюдения (SDNN), высокочастотного спектра (HF), характеризующего состояние парасимпатической нервной системы, и низкочастотный спектр (LF), который определяет преимущественно состояние симпатической нервной системы. Следует отметить, что увеличение активности симпатических влияний показано уменьшением квадратного корня из средней суммы квадратов разностей между следующими интервалами RR (rMMSD), увеличивающей мощность спектра LF-волн. Вклад парасимпатического отдела вегетативной нервной системы определяется увеличением rMMSD и амплитудой HF-области спектра. Критерием стабилизации ритма было снижение процентной разницы между следующими интервалами R-R, превышающими 50мс (pNN50%). Баланс симпатических и парасимпатических эффектов на ритм сердца оценивался по отношению LF / HF, который обычно колеблется от 1,5 до 2,0. Тревожно-депрессивный синдром оценивали по госпитальной шкале тревоге и депрессии. Показатель менопаузального индекса (МИ) рассчитывали в баллах, в зависимости от вегетативных проявлений.

Таблица 1. Нарушения ритма сердца

Нозологическая форма	Группа пациентов с ИБС (n = 237)	Женщины без ИБС (n = 87)	p (точный тест Фишера)
Нет изменений	39 (16,4%)	40 (45,9%)	0,00
НЖЭ	75 (31,6%)	27 (31,0%)	0,51
Наджелудочковая тахикардия	21 (8,8%)	3 (3,4%)	0,07
ЖЭ	91 (38,3%)	21 (24,1%)	0,01
ЖЭ, высоких градаций	17 (7,1%)	1 (1%)	0,00
Фибрилляция предсердий	23 (9,7%)	–	0,00

Таблица 3. Показатели вариабельности ритма сердца

Показатель	1 группа ИБС и МЦ (n = 89)	2 группа ИБС без МЦ (n = 148)	3 группа МЦ (n = 33)	4 группа без МЦ (n = 54)
ЧСС, уд/мин	86,78±5,7	80,05±5,67 ¹	71,18±10,2 ²	73,45±7,8 ^{1,2}
R – R, мс	878,56±213,28	851,67±218,18 ¹	889,89±287,90	879,90±289,13 ^{1,2}
SDNN, мс	99,89±34,12	88,45±21,89 ¹	125,89±67,89 ²	106,89±14,57 ^{1,2}
RMSSD	21,67±10,59	19,89±12,89 ¹	28,89±14,56 ²	27,56±14,77 ^{1,2}
PNN50%	12,78±10,1	11,03±9,07 ¹	17,21±10,89 ²	13,45±10,78 ^{1,2}
LF	489,78±80,02	506,78±93,89	401,98±101,5 ²	411,98±98,67 ^{1,2}
HF	160,93±56,67	156,91±41,34	232,34±41,23 ²	190,91±67,81
LF/HF	3,08±0,57	3,24±1,23 ¹	1,72±0,89 ²	2,16±0,87 ^{1,2}

¹ p<0,05 внутригрупповые различия, тест Манна Уитни;

² p<0,05 межгрупповые различия, тест Манна Уитни (сравнение пре- и постменопаузальных групп).

Проводилась статистическая обработка полученных данных программой Statistica 8.0.

Результаты и обсуждение

Выявлено, что нарушения ритма сердца по типу наджелудочковой экстрасистолии встречаются также часто как в группе с ИБС, так и у женщин без ишемической патологии. При этом желудочковая экстрасистолия большей степени была отмечена в группе ИБС (p=0,01). Наличие фибрилляции предсердий регистрировалось только у пациентов с ишемической патологией (p=0,00). Короткие впервые выявленные пароксизмы фибрилляции предсердий документально подтверждены у 23 человек (p<0,05). При расчете

показателя риска тромбоэмболических осложнений CHADS2VAsc средний бал составил — 1 (0;2). У 15% пациентов наблюдалось сочетание различных типов сердечных аритмий (таблица 1).

Нами выявлено, что у пациенток 1 и 2 группы имеется склонность к тахикардии, значимо выше показатель частоты сердечных сокращений. При проведении корреляционного анализа выявлена положительная взаимосвязь в 1 группе ЧСС с показателем МИ $r = 0,45$ (p<0,05), уровнем тревоги $r = 0,32$ (p<0,05), во 2 группе с уровнем депрессии $r = 0,34$ (p<0,05).

У женщин ИБС в постменопаузе имеет место наибольшее снижение общей вариабельности

ритма сердца SDNN до $88,45 \pm 21,89$ мс, так и показателя rMSSD $19,89 \pm 12,89$, который отражает парасимпатическое влияние (таблица 3). При проведении анализа между возрастом и показателями variability сердечного ритма (SDNN, RMSSD, PNN50) найдена связь между этими параметрами ($0,54$; $-0,21$; $-0,27$; $p < 0,05$). Обращает на себя внимание параметр вегетативного баланса в течение суток, который определяется как соотношение общего спектра низких частот к общему спектру высоких частот (LF/HF сутки: у женщин с ИБС в постменопаузе данный показатель достигает $3,24 \pm 1,23$ по сравнению с женщинами в менопаузе без ИБС — $2,16 \pm 0,87$).

Анализ данных выявил положительную взаимосвязь в 1 группе отношения LF/HF с МИ $r = 0,41$ ($p < 0,05$) и уровнем тревоги $r = 0,21$ ($p < 0,05$), во 2 группе с уровнем депрессии $0,41$ ($p < 0,05$) и эндотелий зависимой вазодилатацией — $0,21$ ($p < 0,05$).

Имеются взаимоотношения показателей климакса и вегетативного обеспечения. По отношению к выраженности климактерического синдрома в 1 группе МИ имел отношения с показателями variability рит-

ма сердца как с общей variability ритма SDNN $r = -0,32$ ($p < 0,05$); так и вегетативного обеспечения: LF $r = 0,45$ ($p < 0,05$); HF $r = -0,31$ ($p < 0,05$), уровнем тревоги $r = 0,54$ ($p < 0,05$). При этом при у пациенток с ИБС в постменопаузе выявлена взаимосвязь МИ с показателями вегетативного обеспечения: LF $r = 0,21$ ($p < 0,05$), HF $r = -0,21$ ($p < 0,05$) и уровнем депрессии $r = 0,32$ ($p < 0,05$).

ВЫВОДЫ

При проведении анализа параметров выявлено большее количество нарушений ритма на фоне ишемической болезни в сочетании со снижением, как общей variability ритма сердца, так и влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Пароксизмы фибрилляции предсердий впервые были зафиксированы у 10% пациенток с ИБС. Данные процессы имеют взаимосвязь с тревожно-депрессивной симптоматикой и проявлением климактерического синдрома. При сохраненном менструальном цикле и ИБС более выражен вклад симпатической нервной системы в сочетании высоким уровнем тревоги. При этом в период менопаузы большее влияние имеет проявлением депрессии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шальнова С. А. Анализ смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в 12 регионах Российской Федерации, участвующих в исследовании «Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах России»/ Конради А. О., Карпов Ю. А., Концевая А. В., Деев А. Д., Капустина А. В., Худяков М. Б., Шляхто Е. В., Бойцов С. А. // Российский кардиологический журнал. — 2012. — Т. 5 № 6. — С. 11.
2. Оганов Р. Г., Масленникова Г. Я. Демографические тенденции в Российской Федерации: вклад болезней системы кровообращения. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2012. — Т. 1 № 5. — С 5–10.
3. Корягина Н. А., Шапошникова А. И., Рязина И. Н. Изучение распространенности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний среди взрослого работающего населения Пермского края // Профилактическая медицина. — 2011. — Т. 14. № 4. — С. 16–18.
4. Kraitsoulas C, Natarajan MK, Khatun R, Velianou JL, Anand SS. Identifying women with severe angiographic coronary disease. // J Intern Med. — 2010 Jul; 268(1):66–74.
5. Crea F, Battipaglia I, Andreotti F. Sex differences in mechanisms, presentation and management of ischaemic heart disease. // Atherosclerosis. 2015 Jul;241(1):157–68.
6. Петрищева А. В., Корягина Н. А. Половые особенности распространенности факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у слушателей школы здоровья. // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. — 2012. — Т. 5. № 3. — С. 38–40.
7. Soto Rodríguez A, García Soidán JL, Arias Gómez MJ, Leirós Rodríguez R, Del Álamo Alonso A, Pérez Fernández MR. Metabolic syndrome and visceral fat in women with cardiovascular risk factor. // Nutr Hosp. 2017 Jul 28;34(4):863–868.
8. Luo T, Kim JK. The Role of Estrogen and Estrogen Receptors on Cardiomyocytes: An Overview // Can J Cardiol. 2016 Aug;32(8):1017–25. doi: 10.1016/j.cjca.2015.10.021. Epub 2015 Nov 2.
9. Rech CM, Clapauch R, de Souza Md, Bouskela E. Low testosterone levels are associated with endothelial dysfunction in oophorectomized early postmenopausal women // Eur J Endocrinol. 2016 Mar;174(3):297–306. doi: 10.1530/EJE-15–0878.

© Корягина Наталья Александровна (nina11-85@mail.ru), Мелехова Оксана Борисовна (melekhova@yandex.ru),
Шадрин Александр Андреевич (shadrin1903@gmail.com), Прохоров Кирилл Владимирович (kipro59@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЛЕЧЕНИЕ ЧАСТИЧНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ ПЛАЗМОЙ, ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ

TREATMENT OF PARTIAL INJURIES OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT WITH PLASMA ENRICHED IN PLATELETS

T. Kostava

Summary. Anterior cruciate ligament refers to the most commonly damaged structure in the knee joint, spontaneous recovery of which is impossible. An immature population of fibroblasts is not able to re-create a connective tissue scar at the site of ligament rupture without the preliminary formation of a fibrin skeleton (matrix). The use of biological methods for accelerating healing processes, namely, the use of a platelet-rich plasma fulfilling the function of a «biological glue», is becoming the most actual at present. The use of this method contributes to early recovery and return to professional activity of the majority of patients.

Keywords: platelet enriched plasma, knee joint, anterior cruciate ligament, growth factors, fibrin skeleton.

Костава Тенгиз Вахтангович

*Соискатель, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова
tengizv@mail.ru*

Аннотация. Передняя крестообразная связка относится к наиболее часто повреждаемой структуре в коленном суставе, самопроизвольное восстановление которой невозможно. Незрелая популяция фибробластов не способна воссоздать соединительнотканый рубец на месте разрыва связки без предварительного формирования фибринового каркаса (матрикса). Наибольшую актуальность в настоящее время приобретает использование биологических способов ускорения процессов заживления, а именно применение обогащенной тромбоцитами плазмы, выполняющей функцию «биологического клея». Применение данного метода способствует раннему восстановлению и возвращению к профессиональной деятельности большинства пациентов.

Ключевые слова: обогащенная тромбоцитами плазма, коленный сустав, передняя крестообразная связка, факторы роста, фибриновый каркас.

Высокие темпы развития профессионального и любительского спорта способствуют росту травматизма коленного сустава спортсменов, среди которых проблема повреждения передней крестообразной связки является одной из важных и самых сложных в травматологии на сегодняшний день. Особое внимание уделяется выбору оптимального метода лечения частичных повреждений передней крестообразной связки [1,6].

Среди наиболее перспективного метода лечения данной патологии по мнению большинства авторов считается применение плазмы, богатой тромбоцитами и содержащей различные факторы роста.

Актуальность изучения данной методики в плане эффективности терапии (ускорения процессов регенерации в зоне повреждения тканей) позволит осуществлять раннее проведение активной реабилитации, что будет способствовать быстрейшему возврату пациентов к труду и спорту [2,3].

Цель исследования

Анализ литературных данных, посвященных вопросу применения плазмы, обогащенной тромбоцитами в лечении частичных повреждений передней крестообразной связки.

Многие исследователи и клиницисты считают, что к наиболее часто повреждаемой структуре в коленном суставе относится передняя крестообразная связка (ПКС), не способная восстанавливаться самостоятельно после разрыва [1,3,6].

Отмечено, что другие связки, к которым относят: коллатеральную большеберцовую и малоберцовую, дельтовидную связку голеностопного сустава, обладают такой способностью при надежной иммобилизации и отсутствии осевой нагрузки [9]. По мнению исследователей, это связано с тем, что при повреждении передней крестообразной связки, незрелая популяция фибробластов не способна воссоздать соединительнотканый рубец на месте разрыва связки без предварительного формирования фибринового каркаса (матрикса) [1,2,9]. При разрыве большеберцовой коллатеральной связки в роли такого каркаса выступает кровяной фибриновый сгусток, образуемый в окружающих тканях и способный «связывать» концы разорванной связки. Данный каркас предназначен для процессов клеточной пролиферации, катализируемых воздействием так называемых факторов роста, которые выделяются из плазмы крови. В результате, образуется рубец, в котором идут процессы тканевого ремоделирования — «лигаментизации» [3,4].

При разрыве ПКС образование сгустка не происходит вследствие определенных свойств синовиальной

жидкости, которые направлены на процессы «смазывания» и «разъединения», а также недопущение образования спаек и повышение фибринолитической активности ее ферментов. Этим фактом, по мнению большинства авторов, объясняется причина неудачи консервативного лечения при полном разрыве передней крестообразной связки.

Достаточно часто в целях восстановления ПКС применяют аутоотрансплантаты из собственной связки надколенника с костными блоками, а также различные аллотрансплантаты [1].

Большое значение уделяется разработке различных методик и подходов, способствующих ускорению процессов приживления и ремоделирования свободного сухожильного трансплантата в костных каналах и синовиальной среде коленного сустава [8].

Данные методы делят на биологические, биохимические и физические. Биохимический метод- введение трикальцийфосфата для ускорения образования коллагеновых волокон и восстановления костных балок; физический- использование гипербарической оксигенации; ультразвукового воздействия низкой интенсивности; ударно-волновой терапии; механической нагрузки. Физические методы лечения характеризуются усилением процессов ангиогенеза, оссификации и клеточной пролиферации.

К биологическим относят использование стволовых клеток (клетки-предшественницы периостеоцитов); применение остеоиндуктивных цитокинов; факторов роста (инсулиноподобный (IGF-1), трансформирующий (TGF- β 1), тромбоцитарный (PDGF), гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий (GM-CSF), эндотелиальный фактор роста сосудов (VEGF), фибробластов (FGF) и эпидермальный (EGF)); специфических белков (костный морфогенетический белок-2), биологических носителей, ускоряющих процессы заживления и регенерации (плазма, обогащенная тромбоцитами) [2,7].

Среди биологических методов наиболее распространено применение обогащенной тромбоцитами плазмы [8,10,11].

Данная плазма содержит тромбоциты в высокой концентрации, которые, помимо собственного непосредственного участия в гемостазе и коагуляции, содержат альфа- гранулы. После активации тромбоцитов происходит процесс дегрануляции с выделением факторов роста PDGF, TGF- β 1, VEGF и биологически активных молекул: эндостатинов, ангиопоэтинов, тромбоспондина I. Кроме того, активированные тромбоциты способны

оказывать анальгезирующее действие вследствие высвобождения специфических пептидов протеазных рецепторов. Фибрин плазмы выполняет функцию временного каркаса для стволовых клеток или мигрирующих фибробластов [10,11].

Можно выделить две основные группы методов получения плазмы богатой тромбоцитами [5,7]:

- ◆ с сохранением целостности клеточной стенки тромбоцитов;
- ◆ с частичным или полным повреждением клеточной стенки.

Первая группа методов позволяет тромбоцитам выделять им свои факторы дозировано в течение 3–7 дней с момента активации и, по мнению большинства авторов, является более физиологичной.

Для активации тромбоцитов без повреждения их клеточной стенки достаточно выполнить «мягкое центрифугирование» в течение 5 минут со скоростью 1500 оборотов в минуту. Добавление аутологичного тромбина так же может активировать тромбоциты.

Вторая группа методов позволяет получить высококонцентрированную плазму с концентрацией тромбоцитов от 1 млн. и более, для этого используются неоднократные серии центрифугирования и / или добавления гипо- или гипертонических растворов хлористого кальция или цитрата натрия.

Таким образом, стимуляция активации тромбоцитов осуществляется путем добавления в шприц для центрифугирования цельной крови хлорида кальция (как в системе ACP™ от Arthrex), человеческого тромбина (GPS от Biomet) или тромбина животного происхождения (SmartPrep от Harvest Technologies, Plymouth).

Большое внимание в изучении данной проблемы в литературных данных уделено вопросу проводимых исследований, касающихся использования обогащенной тромбоцитами плазмы в лечении повреждений передней крестообразной связки.

По мнению R. Yoshida R et all. до настоящего времени не известна оптимальная концентрация тромбоцитов, которая необходима для стимулирования заживления ПКС. По их мнению, увеличение концентрации тромбоцитов в клеточном каркасе влияет на поведение клеток [11].

В работе была проведена оценка эффективности применения плазмы с концентрациями тромбоцитов, превосходящими нормальное значение в плазме крови в один(1x), три(3x) и пять(5x) раз. Каждая из данных проб была добавлена к гомологичной культуре фибро-

бластов, после чего их культивировали на трехмерной коллагеновой матрице. Определялись показатели клеточного метаболизма, апоптоза и экспрессии генов коллагена I и III типа.

Данное исследование продемонстрировало, что наиболее эффективна по всем исследуемым параметрам плазма, с концентрацией тромбоцитов, превосходящей нормальные значения в один раз по сравнению с другими вариантами: у фибробластов ПКС, культивированных с такой плазмы, наблюдалась самая высокая экспрессия генов коллагена I и III типа, самый высокий клеточный метаболизм и низкий уровень апоптоза. По мнению авторов, концентрация тромбоцитов является главным параметром вследствие доказанной способности оказывать существенное воздействие на поведение фибробластов ПКС.

A. N. Mastrangelo et al. в результате проведенных исследований был сделан вывод, что снижение концентрации тромбоцитов с $5 \times$ до $3 \times$ для стимулирования восстановления ПКС не оказывает существенного отрицательного влияния на механические показатели данной модели испытаний на животных [8].

R. Seijas et al. провели ретроспективный анализ возврата к профессиональным нагрузкам футболистов, которые получили лечение плазмой, обогащенной факторами роста в случае частичного повреждения передней крестообразной связки с сохраненным пастеролатеральным пучком. В результате проведенного исследования был зафиксирован высокий процент раннего возврата спортсменов к профессиональным нагрузкам, что свидетельствует об эффективности применения плазмы [5,6].

ВЫВОДЫ

1. Передняя крестообразная связка не способна к самостоятельному восстановлению после разрыва;

2. Наиболее распространенным методом ускорения процессов приживления и ремоделирования сухожильного трансплантата является использование обогащенной тромбоцитами плазмы, выполняющей функцию «биологического клея»;

3. Главным параметром плазмы, способным оказывать влияние на поведение фибробластов, является концентрация тромбоцитов в ней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыков Ю. А. Сравнительная оценка морфологической эволюции сухожильных и костных аллотрансплантатов, заготовленных разными способами. Травматология и ортопедия России. 2010; (1):172–174.
2. Серебряк Т. В. Артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки с использованием различных сухожильных трансплантатов: дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2012. 265 с.
3. Gonzalo Samitier, MD, PhD, Alejandro I. Marcano, MD, Eduard Alentorn-Geli, MD, PhD, Ramon Cugat, MD, PhD, Kevin W Farmer, MD, and Michael W Moser, MD Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Arch Bone Jt Surg. 2015 Oct; 3(4): 220–240.
4. Harrison SL, Vavken P, Murray MM. J Orthop Res. 2011 Sep;29(9):1361–6 Erythrocytes inhibit ligament fibroblast proliferation in a collagen scaffold.
5. Jeong-Ku Ha, Dhong-Won Lee,1 and Jin-Goo Kim Single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: A comparative study with propensity score matching Indian J Orthop. 2016 Sep; 50(5): 505–511.
6. John Nyland, Alma Mattocks, Shane Kibbe, Alaa Kalloub,2,3 Joe W Greene,4 and David N M Caborn,2,3 Anterior cruciate ligament reconstruction, rehabilitation, and return to play: 2015 update Open Access J Sports Med. 2016; 7: 21–32.
7. Lopez-Vidriero E., Krista A. G., David A. S. et al. The Use of Platelet-Rich Plasma in Arthroscopy and Sports Medicine: Optimizing the Healing Environment. Arthroscopy. 2010; 26(2):269–278.
8. Mastrangelo AN1, Vavken P, Fleming BC, Harrison SL, Murray MM. Reduced platelet concentration does not harm PRP effectiveness for ACL repair in a porcine in vivo model. J Orthop Res. 2011 Jul;29(7):1002–7.
9. Ralph B.D'Agostino Jr. Ph.D. Editorial Commentary: There's No Time Like the Present if You Want to Save Your Mechanoreceptors! Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery Volume 32, Issue 2, February 2016, Pages 281–282.
10. Silva A., Sampaio R. Anatomic ACL reconstruction: does the platelet-rich plasma accelerate tendon healing? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2009; 17:676–682.
11. Yoshida R1, Cheng M, Murray MM Increasing platelet concentration in platelet-rich plasma inhibits anterior cruciate ligament cell function in three-dimensional culture. J Orthop Res. 2014 Feb; 32(2):291–5.

© Костава Тенгиз Вахтангович (tengizv@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОКАЗАНИЕМ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В СИСТЕМЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЛЕЧЕБНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

TOPICAL PROBLEMS OF DIAGNOSTICS OF INFECTIONS ASSOCIATED WITH HEALTH CARE DELIVERY IN THE SYSTEM OF EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE MEDICAL ORGANIZATIONS

E. Kurakin

Summary. As is known, during the stages of recognition and detection of cases of infections associated with health care (HCAI) the main objectives are to microbiological confirmation and accurate identification of the pathogen. At subsequent stages it is necessary typing and using the results to characterize the outbreak, that is, to establish the source and mechanisms of transmission of pathogens of ISMP and its reservoirs. Finally, the stages of anti-epidemic measures in a microbiological laboratory is monitoring their effectiveness and developing a system of early warning of ISMP. Thus, the typing of strains of causative agents of HCAI is an essential part of the laboratory of clinical Microbiology in epidemiological analysis of hospital infections. Methods of typing of ISMP is divided into pheno — and genotypic.

Keywords: infection, laboratory, HCAI, DNA.

Куракин Эдуард Станиславович

К.м.н., доцент,

Тульский государственный университет

79105504113@yandex.ru

Аннотация. Как известно, на этапах распознавания и выявления случаев инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП) главные задачи состоят в микробиологическом подтверждении и точной идентификации возбудителя. На последующих этапах необходимо его типирование и использование результатов для характеристики вспышки, то есть для установления источника и механизмов передачи возбудителей ИСМП и ее резервуаров. Наконец, на этапах противоэпидемических мероприятий микробиологической лабораторией осуществляется контроль их эффективности и разрабатывается система раннего предупреждения ИСМП. Таким образом, типирование штаммов возбудителей ИСМП является существенной частью работы лаборатории клинической микробиологии при эпидемиологическом анализе госпитальных инфекций. Методы типирования ИСМП делят на фено- и генотипические.

Ключевые слова: инфекция, лаборатория, ИСМП, ДНК.

Фенотипические методы — это методы, с помощью которых определяется характеристика, экспрессируемая микроорганизмами. Генотипические методы представляют собой методы исследования структуры ДНК.

Основой типирования является положение, суть которого состоит в том, что клонально родственные изоляты имеют определенную характеристику, или признаки, посредством которых они могут быть дифференцированы от неродственных изолятов. Изолят в данном понимании — это отдельная колония, которая происходит от единственной микробной клетки. Штамм — это набор изолятов, которые при анализе с помощью любых методов типирования неотличимы друг от друга, но могут быть дифференцированы от других изолятов.

К первой группе маркеров относятся нуклеотидные последовательности, являющиеся специфическими сайтами для эндонуклеаз рестрикции. К данным методам относятся старые классические методы — исследование полиморфизма длины рестрикционных

фрагментов (ПДРФ) хромосомной и плазмидной ДНК, саузерн-блоттинг, пульс-электрофорез (ПЭ), а также ряд методов ПЦР-типирования — ПЦР-ПДРФ, AFLP-ПЦР. Данные методы основаны на том, что локализация сайтов распознавания эндонуклеаз рестрикции может быть полиморфной от штамма к штамму. Таким образом, термин ПДРФ отражает полиморфную природу локализации сайтов распознавания эндонуклеаз рестрикции.

Первым и до настоящего времени наиболее распространенным среди генотипических методов исследования, основанным на определении ПДРФ ДНК, остается плазмидный анализ. При длительном использовании плазмидного анализа в исследовании ИСМП выявлено два основных недостатка данного метода. Во-первых, плазмиды могут теряться как спонтанно, так и легко приобретаться штаммом хозяина, и в таких случаях эпидемиологически родственные изоляты могут иметь различные плазмидные профили. Во-вторых, многие клинические изоляты способны терять плазмиды, в связи с чем они становятся нетипируемыми при использовании плазмидного анализа [6; 7; 15; 19].

Однако, несмотря на указанные недостатки, плазмидный анализ остается полезным и эффективным методом, прежде всего при оценке изолятов, получаемых в ограниченный отрезок времени в определенном месте, например во время острой вспышки инфекции в больнице или в одном из ее отделений. ПЭ хромосомной ДНК [13; 16] считается «золотым стандартом» типирования многих видов патогенных микроорганизмов. Результаты исследований показали высокую разрешающую силу ПЭ, а в ряде случаев — его преимущество в сравнении с большинством фено- и генотипических методов.

С помощью компьютеризированной системы сканирования гелей и разработки программ стало возможным создание банка данных профилей ПЭ для всех микроорганизмов. В настоящее время стало возможно передавать информацию о фингерпринтинге ДНК возбудителей пищевых инфекций в FoodNet сайты, получаемые с помощью ПЭ в целях установления источника инфекции и создания электронной сети для быстрого сравнения фингерпринтов.

Много новой информации о генетической структуре популяций возбудителей инфекций получено с помощью рестрикционного анализа хромосомной ДНК возбудителей и его варианта — саузерн-блот анализа [4], в котором для облегчения учета в качестве маркера используются зонды [14]. В саузерн-блоте типирование осуществляется как бы по двум молекулярным маркерам: по сайтам рестрикции эндонуклеаз и по присутствию в рестрицированных фрагментах специфических нуклеотидных последовательностей, тестируемых с помощью зондов.

Наиболее распространенным вариантом саузерн-блот анализа является риботипирование [6; 12], в котором в качестве зондов выступают нуклеотидные последовательности генов 16S и 23S рРНК и гипервариабельные нуклеотидные последовательности, рассеянные по геному многих патогенных видов бактерий.

В конце 90-х годов для типирования патогенных микроорганизмов были разработаны и стали широко использоваться два варианта ПЦР, принципы которых подробно рассмотрены в обзорах [3; 17].

Ко второй группе молекулярных маркеров, используемых для типирования, относятся IS-элементы и повторяющиеся нуклеотидные последовательности, которые рассеяны по геному. Их расположение в хромосоме может варьировать от штамма к штамму. К методам типирования на основе ПЦР, в которых амплифицируются повторяющиеся последовательности, относятся Rep-ПЦР и RAPD-ПЦР. В разработанной J. Versalovic и другими исследователями Rep-ПЦР [18] амплифицируются повто-

ряющиеся (repetitive) нуклеотидные последовательности, рассеянные по геномной ДНК [9]. Для типирования используются две основные последовательности повторяющихся элементов — повторяющиеся экстрагенные палиндромные элементы (ПЭПЭ) и внутригенные постоянные последовательности (ВПП). Оба варианта имеют хорошую разрешающую силу на штаммовом уровне, в связи с чем Rep-ПЦР становится наиболее широко используемым методом ДНК-типирования.

ПП-ПЦР или ПЦР с использованием произвольных праймеров (RAPD) можно отнести к третьей группе молекулярных маркеров или «случайных» повторов, метод основан на использовании коротких произвольных олигонуклеотидных праймеров длиной 9–10 нп, которые гибридизуются с ДНК-мишенью при низкой температуре отжига. В данном варианте ПЦР-типирования короткие праймеры и низкая температура отжига используются для инициации амплификации нуклеотидных последовательностей в различных областях генома [3; 5].

К четвертой группе молекулярных маркеров можно отнести маркеры, основанные на конформационных изменениях однонитевой ДНК, когда в тестируемой нуклеотидной последовательности наблюдаются точковые мутации. Эти точковые мутации способны изменять конформацию в однонитевых ДНК, которую можно тестировать в электрофорезе по различной подвижности конформационно отличающихся однонитевых ДНК. Два метода — ПЦР-SSCP (single stranded conformational polymorphism) и CFLP-ПЦР, основанные на этом принципе, все шире используются для типирования патогенных микроорганизмов [10].

В настоящее время для ряда эпидемиологических исследований существует необходимость исследовать патогенные штаммы, находящиеся в различном физиологическом состоянии, например в обычной или некультивируемой форме, при изучении влияния какого-либо химического соединения на экспрессию генов патогенности, устойчивости, выявлении генетических отличий штаммов, вызывающих разные формы инфекции (острая или персистирующая), циркулирующих в окружающей и больничной среде, и т.д. Один из оптимальных подходов — получение «молекулярных портретов», что позволяет установить генетические отличия у сравниваемой пары штаммов и не сходные (отличные) фрагменты далее выделять, клонировать и устанавливать их роль в изучаемом явлении. В настоящее время разрабатываются технологии на основе одновременного секвенирования нескольких генов, что увеличивает разрешающую силу таких методов и, следовательно, позволяет получать значительно более объективные и достоверные результаты. И хотя данные технологии еще несколько лет будут за пределами доступности практических микро-

биологических лабораторий, их будущее чрезвычайно привлекательно. Однако, методы секвенирования ДНК пока недоступны для практических лабораторий, так как требуют не только дорогостоящего оборудования, но и специальных знаний и навыков на этапах выполнения исследования.

Таким образом, можно констатировать, что на выбор метода влияют несколько факторов. Суть в том, что микробиологическая лаборатория должна быть готова осуществлять анализ изолятов фактически всех видов возбудителей, вызывающих ИСМП. В соответствии с этим выбранный метод должен обеспечивать тестирование максимального круга возбудителей. Используемый метод должен обладать высокой воспроизводимостью и разрешающей силой, а получаемые результаты — легко учитываться и интерпретироваться без привлечения дополнительной экспертизы. Выбор метода должен основываться на данных литературы, свидетельствующих о его эффективности при использовании в других лабораториях. И, наконец, при выборе молекулярно-генетических методов необходимо учитывать стоимость не только первоначального основного оборудования, но и дополнительного, а также стоимость реактивов на проведение постоянных исследований.

Представляется, что оптимальным для лаборатории является внедрение в ее практику как минимум двух доступных методов. Наиболее экономичным вариантом для типирования возбудителей госпитальных инфекций являются рестрикционный анализ плазмид (РАП), так как многие возбудители ИСМП являются плазмидо-содержащими видами, а также рестрикционный анализ ампликонов (ПЦР-ПДРФ), получаемых в ПЦР. При этом оборудование для ПЦР может использоваться не только для типирования, но и для индикации возбудителей инфекций. Может использоваться также РАП в комплексе с ПЭ, характеризующимся высокой разрешающей силой и хорошей воспроизводимостью. Однако последний метод является дорогостоящим.

С помощью эпидемиологического и микробиологического мониторинга выявляется вспышка, как правило, при росте показателей инфекций, вызываемых определенными видами в конкретном стационаре, выделении одного и того же вида микроорганизмов у больных или при выявлении изолятов, имеющих другие биотипы или спектры устойчивости к антимикробным препаратам при сравнении с циркулировавшими ранее в больнице штаммами.

Таким образом, постоянный эпидемиологический мониторинг и рутинная лабораторная оценка изолятов являются практическими эпидемиологическими инструментами мониторинга, ведущая роль в котором

принадлежит микробиологической лаборатории. Когда наличие внутрибольничной вспышки подтверждается результатами эпидемиологических исследований, тогда использование молекулярных методов типирования должно подтвердить, что изоляты, выделенные в период вспышки, представляют собой единственный штамм, послуживший ее причиной. В такой последовательности и используется метод типирования для того, чтобы подтвердить обоснованность клинической или эпидемиологической гипотезы. В длительно продолжающихся вспышках, а также в случаях ИСМП, когда наблюдается изменчивость штаммов, выявляемая фенотипическими методами исследования, желательнее использовать молекулярные методы типирования, характеризующиеся высокой воспроизводимостью и разрешающей силой.

Ключевой аспект состоит в том, что эпидемиологические выводы должны прежде всего основываться на эпидемиологических данных. Результаты же использования молекулярных методов типирования должны подтвердить эти выводы или изменить предварительно выдвинутую гипотезу и направить исследование в новое русло.

Проведенные в последнее десятилетие исследования показали, что использование методов, обладающих высокой разрешающей силой, может значительно расширить наши представления о ИСМП. Общеизвестно, что острые вспышки ИСМП вызываются единственным штаммом и что они отличаются от спорадических случаев заболеваний, не связанных со вспышкой [4; 11]. В ряде исследований изолятов, представляющих или острые кластеры, или эндемическую персистенцию, документально показано присутствие множества различных штаммов одного вида в лечебных организациях [8]. Эти примеры свидетельствуют о существенной значимости методов типирования при анализе сложного эпидемиологического процесса.

ПЭ наиболее эффективный метод дифференциации изолятов *E.coli*. Соответственно он обладает большей разрешающей силой, чем МЭЭ или риботипирование [6]. Это показано при типировании изолятов, выделенных от больных пиелонефритами, а несколько позднее — при анализе 160 изолятов, выделенных из крови больных в Массачусетсе и Калифорнии (США) и Найроби (Кения) [11]. Хотя имеется значительно меньше данных о типировании других представителей семейства *Enterobacteriaceae*, однако показано, что ПЭ высокоэффективен при дифференциации изолятов видов родов *Klebsiella* и *Enterobacter* [11].

Серотипирование остается основной характеристикой в типировании изолятов бактерий рода *Salmonella* и, как показано, хорошо коррелирует с различными генетиче-

скими линиями [6; 20]. Удовлетворительные результаты получены и при использовании ПП-ПЦР типирования для анализа фенотипически идентичных изолятов *S. enteritidis*, выделенных в ограниченный период в одном из отделений 1-й инфекционной больницы Москвы. Первоначальное предположение о внутрибольничной вспышке после генетического типирования не подтвердилось, так как штамм, выделенный от предполагаемого источника, сотрудника пищеблока, без клинических проявлений сальмонеллеза, оказался генотипически отличным от штаммов *S. enteritidis*, выделенных от больных сальмонеллезом, поступивших в больницу из разных районов Москвы. Высказано предположение, что, возможно, в Москве циркулирует штамм *S. enteritidis* определенного генотипа, способный вызвать острую кишечную инфекцию.

Таким образом, использование молекулярных методов типирования возбудителей должно стать мощным подспорьем в работе госпитальных эпидемиологов при реализации программ борьбы с ИСМП, а также врачей при лечении госпитализированных больных. В будущем молекулярно-генетическое типирование, вероятно, станет рутинным методом в микробиологических лабораториях.

В связи с увеличением числа видов микроорганизмов, способных вызывать ИСМП, и трудностями не только их типирования, но и идентификации, далеко не каждая микробиологическая лаборатория больницы или клиники способна корректно идентифицировать и типировать возбудителей ИСМП. Поэтому в системе эпидемиологического контроля за ИСМП должны быть созданы референс-лаборатории, специалисты которых владели бы современными методами идентификации и дифференциации возбудителей ИСМП. С учетом рассмотренных положений они должны работать в тесном взаимодействии с клиницистами и госпитальными эпидемиологами над решением разнообразных проблем ИСМП.

Кроме того, одной из основных задач таких референс-лабораторий должно являться внедрение в практику новых экономичных методов идентификации и типирования. При внедрении такой программы в практику здравоохранения можно будет надеяться не только на успех в борьбе с ИСМП, но также и на решение фундаментальных и прикладных проблем микробиологии и эпидемиологии этих инфекций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геймерлинг В. Э., Меладзе Р. Д. Этиология и антибиотикорезистентность микроорганизмов, выделенных у пациентов с раневыми инфекциями // Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах. — 2017. — С. 232–235.
2. Скала Л. З., Сидоренко С. В., Нехорошева А. Г. и др. Практические аспекты современной клинической микробиологии. — М., 1997.
3. Шагинян И. А., Гинцбург А. Л. ПЦР-генетическое типирование возбудителей бактериальных инфекций // Генетика. — 1995. — № 31. — С. 600–610.
4. Шагинян И. А., Першина М. Ю. Генетические маркеры в эпидемиологии бактериальных инфекций // Журн. Микробиол. — 1997. — № 4. — С. 54–59.
5. Arbeit R. D., Maslow J. N., Mulligan M. E. Polymerase chain reaction-mediated genotyping in microbial epidemiology. *Clin Infect Dis* 1994; 18:1018–9.
6. Arbeit R. D. Laboratory procedures for the epidemiologic analysis of microorganisms // *Manual Clin. microbiol.* — ASM Press; 1996. — P. 190–208.
7. Archer G. L., Karchmer A. W., Vishniavsky N., et al. Plasmid-pattern analysis for the differentiation of infecting from non-infecting *Staphylococcus epidermidis* // *J Infect Dis* — 1984. — Vol. 149. — P. 913–920.
8. Barbier N., Saulnier P., Chachaty E., et al. Random amplified polymorphic DNA typing versus pulsed gel electrophoresis for epidemiological typing of vancomycin-resistant enterococci // *J. Clin. Microbiol.* — 1996. — Vol. 34. — P. 106–109.
9. Hulton C. S., Higgins C. F., Sharp P. M. ERIC sequences: a novel family of Repetitive elements in the genomes of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and other enterobacteria // *Mol. Microbiol.* — 1991. — Vol. 5. — P. 825–834.
10. Maddox L. O., Li P., Bennett A., et al. Comparison of SSCP analysis for mutation detection in the human iduronate 2-sulfatase gene // *Biochem. Mol. Biol. Int.* — 1997. — Vol. 43. — P. 1163–1171.
11. Maslow J. N., Brecher S., Adams K. S. et al. Relationship between indole production and the differentiation of *Klebsiella* species: indole-positive and negative isolates of *Klebsiella* determined to be clonal // *J. Clin. Microbiol.* — 1993. — Vol. 31. — P. 2000–2003.
12. Olsen G. J., Woese C. R. Ribosomal RNA: a key to phylogeny // *FASEB.* — 1993. — Vol. 7. — P. 113–123.
13. Schwartz D. C., Cantor C. R. Separation of yeast chromosome-sized DNAs by pulsed field gradient gel electrophoresis // *Cell.* — 1984. — Vol. 37. — P. 67–75.
14. Southern E. M. Detection of specific sequences among DNA fragments separated by gel electrophoresis // *J. Mol. Biol.* — 1975. — Vol. 98. — P. 503–517.
15. Stanley J., Baquar N., Threlfale E. J. Genotypes and phylogenetic relationships of *Salmonella typhimurium* are defined by molecular fingerprinting of IS200 and 16S rrm loci // *J. Clin. Microbiol.* — 1993. — Vol. 139. — P. 1133–1140.
16. Tenover F. C., Arbeit R. D., Goering R. V., et al. Interpreting chromosomal DNA restriction patterns produced by pulsed-field gel electrophoresis: criteria for bacterial strain typing // *J. Clin. Microbiol.* — 1995. — Vol. 33. — P. 2233–2239.
17. Van Belcum A. *Clin. Microbiol. Rev.* — 1994. — Vol. 7. — P. 174–184.
18. Versalovic J., Kapur V., Koeuth T., et al. DNA fingerprinting of pathogenic bacteria by fluorophore-enhanced Repetitive sequence-based polymerase chain reaction // *Arch. Pathol. Lab. Med.* — 1995. — № 119. — P. 23–29.

19. Wachsmuth K. Genotypic approaches to the diagnosis of bacterial infections: plasmid analyses and gene probes // Infect. control. — 1985. — Vol.6. — № 3. — P. 100–109.
20. Wu Shi-xiao, Tang Yi. Molecular epidemiologic study of an outbreak of salmonella typhimurium infection at a newborn nursery // Clin. Med. J. — 1993. — Vol. 106, № 6. — P. 423–427.

© Куракин Эдуард Станиславович (79105504113@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Тулский государственный университет

СОНОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДАВЛЕНИЯ В МАЛОМ КРУГЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ У НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ

SONOGRAPHIC EVALUATION OF PRESSURE IN A SMALL CIRCLE OF BLOOD CIRCULATION IN NEWBORNS

A. Mohammad
I. Akinshin
E. Sinelnikova
V. Chasnyk

Summary. Problems that are associated with diseases of the perinatal period at the stage of development of modern science are quite relevant. The leading cause of death and disability of children is the development of pulmonary hypertension and, consequently, the formation of a violation of hemodynamics and structural rearrangement of the heart muscle. From the first days of life, the development of persistent pulmonary hypertension is attributed to the earliest condition that reflects the disturbances in the child's adaptation systems. Timely detection of this pathology will greatly simplify the task of predicting the development of this condition, the early appointment of drug therapy or surgical treatment.

Keywords: pulmonary hypertension, persistent pulmonary hypertension of newborns, echocardiography, systolic pressure in the pulmonary artery, open arterial duct.

Мохаммад Ахлам Ахмадовна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России
d.ahlam@mail.ru

Акиншин Иван Иванович

Аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России
akinshivan87@gmail.com

Синельникова Елена Владимировна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России
sinelnikavae@gmail.com

Часнык Вячеслав Григорьевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России
chasnyk@gmail.com

Аннотация. Проблемы, которые связаны с заболеваниями перинатального периода на этапе развития современной науки являются достаточно актуальными. Ведущей причиной смертности и инвалидизации детей является развитие легочной гипертензии и как следствие формирование нарушения гемодинамики и структурной перестройки сердечной мышцы. К наиболее раннему состоянию, отражающему нарушения адаптационных систем ребенка с первых дней жизни относят развитие персистирующей легочной гипертензии. Своевременное выявление данной патологии существенно упростит задачу прогнозирования развития этого состояния, раннего назначения медикаментозной терапии или оперативного лечения.

Ключевые слова: легочная гипертензия, персистирующая лёгочная гипертензия новорождённых, эхокардиографическое исследование, систолического давления в легочной артерии, открытый артериальный проток.

Введение

Патология органов дыхания у новорожденных детей достаточно распространена и актуальна вследствие высоких показателей заболеваемости и смертности новорожденных детей [5,12,16,21].

Частота случаев заболеваний легких у новорожденных детей занимает второе место после асфиксии, составляя 346,3 случаев на 10000 родившихся живыми детей [4,20,21].

В последние годы интерес к этой проблеме существенно возрос в связи с попыткой выявления природы

явления, получившего название «педиатрическая первичная легочная гипертензия» или «идиопатическая гипертензия в легочной артерии» [5,13,14].

Достаточно длительное время основной методикой исследования, способной оценивать состояния правых отделов сердца, характеризовать внутрисердечный кровоток, определять показатели давления в легочной артерии, была признана катетеризация правых отделов сердца [1,10].

Однако в настоящее время данный метод диагностики используется крайне редко, что связано с совершенствованием методов ультразвукового сканирования

и, в частности, появлением метода эхокардиографии (ЭХОКГ) с доплеровским картированием, позволяющем в режиме реального времени оценивать размеры, движения структур сердца, анализировать данные показателей внутрисердечной гемодинамики с определением давления в камерах сердца и легочной артерии [6,8].

Проведение ЭХОКГ обязательно для всех новорожденных с тяжелой непрерывной гипоксемией для исключения врожденных пороков сердца, дисфункции миокарда или выявления первичной легочной гипертензии новорожденных (ПЛГН) [2,24].

В связи с этим, актуальным является изучение параметров давления в малом круге кровообращения с применением метода Эхо-КГ с целью выявления легочной гипертензии и исключения другой патологии, являющейся причиной вторичной легочной гипертензии у новорожденных детей в более ранние сроки для проведения своевременной терапии и улучшения прогноза жизни.

Цель исследования

Анализ литературных данных, посвященных вопросу изучения сонографических характеристик давления в малом круге кровообращения у новорожденных детей.

Резюме

Отличительной особенностью кровоснабжения плода от новорожденных детей и взрослых людей является то, что кровь оксигенируется не в легких, и они получают только незначительную часть сердечного выброса при высоком сосудистом сопротивлении и артериальном давлении.

На самых ранних стадиях развития плода кровотоков в легких ограничен вследствие небольшого количества сосудов. С увеличением срока беременности происходит увеличение их количества. При этом сопротивление продолжает оставаться достаточно высоким, вследствие чего значительное количество циркулирующей крови, которая поступает из правых отделов сердца в легочные сосуды, шунтируется через артериальный проток и овальное отверстие в системную циркуляцию.

Высокое сопротивление кровотоку легочных сосудов у плода связано с механической компрессией заполненных жидкостью ателектатических легких и повышением активного тонуса сосудов вследствие преобладания эндогенных вазоконстрикторов над вазодилататорами.

При родах происходят основные процессы, способствующие формированию переходного этапа крово-

обращения новорожденных, который, прежде всего, характеризуется уменьшением легочного сосудистого сопротивления и увеличением легочного кровотока; увеличением системного сосудистого сопротивления и изменением градиента давления в малом и большом кругах кровообращения вследствие направления крови через открытый артериальный проток слева направо (в течение 24–48 часов).

В регуляции легочного кровотока у новорожденных детей принимают участие факторы, которые способствуют активному сужению легочных сосудов и факторы, способствующие их расширению вследствие начавшегося дыхания [3,4].

При понижении уровня вазодилататоров или нарушении баланса между ними и вазоконстрикторами возможно развитие различных форм легочной гипертензии новорожденных (вне зависимости от наличия или отсутствия гипоксии) [18,25].

Легочная гипертензия у новорожденных детей, по мнению большинства авторов, может быть обусловлена морфологическими изменениями в легочных сосудах, нарушением функции миокарда, высокой реактивностью легочных сосудов и наличием врожденных пороков сердца [4,19,25].

Первая клиническая классификация легочной гипертензии, предложенная Всемирной организацией здравоохранения в 1973 г, включала только 2 категории: первичная и вторичная легочная гипертензия.

В 2011 г. на международной конференции в Панаме, посвященной проблеме легочной гипертензии у детей, был впервые предложен термин «педиатрическая гипертензионная сосудистая болезнь легких» и представлена первая клиническая классификация легочной гипертензии у детей, включающая десять основных групп и более 100 подгрупп.

Согласно данной классификации нозологии были объединены в группы по совокупности общих патогенетических и патофизиологических признаков, что по мнению группы экспертов позволило систематизировать проявления легочной гипертензии в зависимости от возрастной категории (внутриутробный период-подростковый возраст) и улучшить понимание патогенеза и патофизиологии заболевания [5,9,20].

Основные группы педиатрической гипертензионной сосудистой болезни легких (Panama, 2011):

1. Пренатальная лёгочная гипертензия;
2. Персистирующая лёгочная гипертензия новорождённых;

Таблица 1.
Эхокардиографические критерии легочной гипертензии

Определение	Критерии
Легочная гипертензия маловероятна	Втк регургитации ≤ 2.8 м/с, СДЛА1 ≤ 36 mmHg, Отсутствуют дополнительные ЭХОКГ — критерии легочной гипертензии
Легочная гипертензия возможна	Втк регургитации ≤ 2.8 м/с, СДЛА ≤ 36 mm, есть дополнительные ЭХОКГ — критерии легочной гипертензии; Втк регургитации ≥ 2.9 м/с, СДЛА = 37–50 mmHg.
Легочная гипертензия достоверна	Втк регургитации > 3.4 м/с, СДЛА > 50 mmHg

СДЛА — систолическое давление в легочной артерии

Втк регургитации — скорость кровотока трикуспидальной регургитации

3. Легочная гипертензия, ассоциированная с заболеваниями сердца у детей;
4. Легочная гипертензия, ассоциированная с бронхолёгочной дисплазией;
5. Изолированная лёгочная артериальная гипертензия;
6. Лёгочная гипертензия, ассоциированная с генетическими или хромосомными заболеваниями и синдромами;
7. Легочная гипертензия, ассоциированная с заболеваниями лёгких;
8. Тромбоэмболическая легочная гипертензия;
9. Легочная гипертензия, ассоциированная с гипобарическими и/или гипоксическими состояниями;
10. Легочная гипертензия, ассоциированная с заболеваниями других органов и систем.

Особое значение среди данных нозологий большинство авторов уделяют проблеме персистирующей лёгочной гипертензии новорождённых, как наиболее ранне-

го состояния, отражающего нарушение адаптационных систем ребенка первых дней жизни вследствие право-левого шунтирования крови через открытый артериальный проток и/или овальное окно, обусловленного высокой сопротивляемостью легочных сосудов и нарушенной реактивностью легочной артериальной сети.

Кроме того, достаточно велико распространение ассоциированных форм легочной артериальной гипертензии у новорожденных, которые связаны с материнскими или плацентарными отклонениями, фетальным нарушением развития сосудов легких и фетальной аномалией развития сердца [16,17,18].

В связи с этим актуальным является раннее выявление патологии малого круга кровообращения у новорожденных детей для обоснования диагноза и определения тактики дальнейшего ведения ребенка.

В настоящее время в клинической практике основным методом диагностики ПЛГН и других форм легочной

артериальной гипертензии является эхокардиография с доплеровским картированием [10,18].

Проведение данного метода обследования является обязательным для всех новорожденных, страдающих тяжелой непрерывной гипоксемией для исключения врожденных пороков сердца, дисфункции миокарда или выявления ПЛГН.

Современное ЭхоКГ с учетом М и В режимов, доплерографии, цветного и звукового сканирования позволяет определять величину давления в легочной артерии; выявлять уровень, направление и значимость шунтирования крови; оценивать структуры и размеры сердца [7,15,22].

Применение доплеровских режимов исследования значительно повышает диагностические возможности ЭхоКГ и позволяет наиболее достоверно выявлять качественные (форма пульмонального потока, наличие пресистолического потока, продолжительность регургитации через клапан легочной артерии) и количественные (определение систолического, диастолического и среднего давлений в легочной артерии) признаки легочной гипертензии [2,6,8,15,23].

Давление в легочной артерии может быть измерено по скорости струи регургитации на трикуспидальном клапане и методом Kitabatake, который является наиболее простым и удобным для вычисления среднего давления. По скорости струи регургитации давление в легочной артерии, как правило, измеряют из верхушечного доступа с использованием постоянно-волнового доплеровского режима. К градиенту, полученному на струе регургитации трикуспидального клапана (мм.рт.ст.) необходимо прибавить 5 мм.рт.ст (нормальное давление в правом предсердии) [15,23].

Расчет среднего давления в легочной артерии методом Kitabatake осуществляется в импульсно-волновом доплеровском режиме.

Данная методика основана на определении временных параметров систолического потока в легочной артерии.

Определяют отношение времени ускорения потока (АТ – время от начала потока до пика скорости) в выносящем тракте правого желудочка к времени выброса (ЕТ – время от начала потока до его окончания).

Это отношение находится в обратной зависимости от величины среднего давления в легочной артерии. В специальных расчетных таблицах, применяемых в кли-

нической практике, представлены значения данного показателя в зависимости от величины отношения АТ/ЕТ [23].

Основные эхокардиографические критерии легочной гипертензии представлены в табл. 1.

Кроме того, большинство авторов уделяют внимание таким признакам высокого давления в малом круге кровообращения при проведении ЭХО-КГ в двухмерном (В-режиме), как [10,11,18]:

- ◆ выбухание межпредсердной перегородки в левое предсердие;
- ◆ выбухание межжелудочковой перегородки в левый желудочек;
- ◆ сброс крови справа налево или двунаправленный на открытом овальном окне и (или) артериальном протоке.

К дополнительным показателям, свидетельствующим о наличии легочной гипертензии при данном методе исследования, относят [11,23]:

1. увеличение размеров и формы правого предсердия,
2. увеличение объема, размеров, толщины миокарда правого желудочка с формированием его D-формы,
3. расширение ствола легочной артерии и ее ветвей,
4. изменение паттерна кровотока в легочной артерии,
5. укорочение времени изгнания правого желудочка.

Гемодинамические и структурные нарушения, возникающие на фоне легочной гипертензии, способствуют формированию систолической и диастолической дисфункции сердца.

Диастолическая дисфункция по мнению большинства авторов, может возникать раньше систолической, так как она более чувствительна к воздействию неблагоприятных факторов, особенно к гипоксии [6,11].

Нарушение расслабления миокарда желудочков в диастолу, связанное с высокой пред- и постнагрузкой и сопряженное с этим изменение внутрисердечной гемодинамики у новорожденных является фактором риска развития декомпенсации сердечной деятельности.

Выводы

Формирование легочной гипертензии у новорожденного может сопровождаться многообразной структурной перестройкой сердечной мышцы и изменениями внутрисердечной гемодинамики, выявления которых на ранних этапах чрезвычайно важны;

ЭхоКГ позволяет в режиме реального времени оценивать показатели, которые характеризуют легочную гипертензию с целью проведения динамического наблю-

дения при лечебных мероприятиях для обеспечения благоприятного прогноза в отношении жизни и здоровья ребенка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агапитов Л. И., Белозеров Ю. М. Диагностика легочной гипертензии у детей. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2009; 4: 24–31.
2. Атыков О. Ю. Ультразвуковое исследование сердца и сосудов. М.: Медицина; 2015; 254.
3. Белозеров Ю. М. Кровообращение плода и новорожденного. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы у детей первого года жизни. М.: Мед-практика; 2002; 7–20.
4. Бокерия Л. А., Горбачевский С. В., Школьников М. А. Легочная гипертензия у детей. Москва; 2013; 416.
5. Бокерия Л. А., Горбачевский С. В., Шмальц А. А. и др. Педиатрическая гипертензионная сосудистая болезнь легких, ассоциированная с врожденными пороками сердца. Клинические рекомендации. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева. 2015; 10.
6. Вильчук, К.У., Лашина Н. Б., Гнедько Т. В. Электрокардиографические, эхокардиографические и биохимические маркеры поражения миокарда у новорожденных детей, рожденных путем абдоминального родоразрешения. Педиатрия. Восточная Европа. 2013; 4: 58–74.
7. Воробьев А. С. Амбулаторная эхокардиография у детей. СПб.: СпецЛит. 2010: 243–246.
8. Гнедько Т. В., Ивашкевич А. Б., Лашина Н. Б. Оценка эхографических показателей центральной гемодинамики у новорожденных // Современные перинатальные медицинские технологии в решении проблем демографической безопасности: сб. науч. тр. и материалов науч.-практ. конф. Минск; 2010: 247–253.
9. Горбачевский С. В., Шмальц А. А. Гипертензионная сосудистая болезнь легких, ассоциированная с врожденными пороками сердца. В кн.: Детская кардиохирургия. Руководство для врачей. Москва; 2016: 833–850.
10. Горбачевский С. В., Шмальц А. А., Белкина М. В. и др. Алгоритм диагностики гипертензионной сосудистой болезни легких, ассоциированной с врожденными пороками сердца. Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2015; 16(S3): 12.
11. Ивашкевич, А. Б. Возрастные особенности диастолической функции миокарда по данным тканевого доплерографического исследования // Мед. панорама. 2010; 8: 33–36.
12. Мостовой А. В. Комплексная терапия легочной гипертензии у новорожденных с применением высокочастотной осцилляторной вентиляции легких и ингаляции оксида азота. Медицинские диссертации. Санкт-Петербург. 2010; 5.
13. Овсянников Д. Ю., Ашерова И. К., Бойцова Е. В. и др. Актуальные проблемы неонатальной пульмонологии. Педиатрия. 2016; Т. 95; 4: 63–73.
14. Прахов, А. В. Неонатальная кардиология. Н. Новгород. 2008: 388.
15. Сакович В. В., Сакович В. В., Валик О. В. и др. Определение постоянного функционально-нормативного эхо-кардиографического показателя глобальной систолической функции желудочков сердца у детей. Фундаментальные исследования. 2015; 1–2: 350–355.
16. Фомичев М. В. Персистирующая легочная гипертензия. Интенсивная Терапия. 2006; 2: 15–18.
17. Шарыкин А. С. Перинатальная кардиология: рук-во для педиатров, акушеров, неонатологов. М.: Волшебный фонарь. 2007: 264.
18. Abman S, Hansmann G, Archer S, et al. Pediatric Pulmonary Hypertension. Guidelines From the American Heart Association and American Thoracic Society. Circulation 2015;132:2037–2099.
19. Galie N, Humbert M, Vachiery J, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. European Heart Journal. 2016; 37: 67–119.
20. Gorbachevskiy S, Shmalts A, Zaets S. Potts Shunt in Patients with Suprasystemic Pulmonary Arterial Hypertension: Does the Size Matter? Anatomy & Physiology. 2017; 7(2): 140.
21. Hilgendorff A, Apitz C, Bonnet D, et al. Pulmonary hypertension associated with acute or chronic lung diseases in the preterm and term neonate and infant. The European Paediatric Pulmonary Vascular Disease Network, endorsed by ISHLT and DGPK. Heart. 2016; 102: 49–56.
22. Ploegstra M, Roofthoof M, Douwes J, et al. Echocardiography in Pediatric Pulmonary Arterial Hypertension. Circulation: Cardiovascular Imaging. 2015; 8: 878.
23. Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, Developed in Conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology. J. Am. Soc. Echocardiography. 2005; 18(12): 1440–1463.
24. Rivas-Gotz C, Khoury DS, Manolios M, et al. Time interval between onset of mitral inflow and onset of early diastolic velocity by tissue Doppler: a novel index of left ventricular relaxation: experimental studies and clinical application. J Am Coll Cardiol 2003; 42 (8): 1463–70.
25. Simonneau G, Gatzoulis M, Adatia I, et al. Updated clinical classification of pulmonary hypertension. J Am Coll Cardiol. 2013; 62: 34–41.

© Мохаммад Ахлам Ахмадовна (dahlam@mail.ru), Акиншин Иван Иванович (akinshinivan87@gmail.com), Синельникова Елена Владимировна (sinelnikavae@gmail.com), Часнык Вячеслав Григорьевич (chasnyk@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ ИГЛОРЕФЛЕКСОТЕРАПИИ И ИГЛОУКАЛЫВАНИЯ В МИКРОАКУПУНКТУРНЫЕ ЗОНЫ КИСТЕЙ И СТОП ПО Ф.Б. КАНДАРОВУ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРОЗОМ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLICATION OF CLASSICAL ACUPUNCTURE WITH ACUPUNCTURE IN MICROACUPUNCTURE ZONES OF THE HANDS AND FEET FOR F. B. KANDAROV IN THE COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH OSTEOARTHRITIS OF THE KNEE

**P. Tyrnov
A. Levin**

Summary. Osteoarthritis is one of the most common injuries of the joints. In the practice of rheumatology the damage to the knee joints when osteoarthritis is found in 92% of cases. Traditionally, the treatment of osteoarthritis of the knee involves medical methods and in particular the use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs have several complications, which in turn dictates the need to find new medication and non-pharmacological treatments of this disease. One non-drug methods of treatment of osteoarthritis of the knee joints is the method of reflexology and in particular acupuncture in microacupuncture zones of hands and feet at the F. B. Kandarov. Comparative evaluation between the two methods of acupuncture have shown high efficiency of acupuncture in microacupuncture zones of hands and feet at the F. B. Kandarov in the complex treatment of patients with osteoarthritis of the knee.

Keywords: osteoarthritis of the knee, reflexology, acupuncture, acupuncture in microacupuncture zones of hands and feet at the F. B. Kandarov.

Тырнов Петр Вячеславович

Аспирант, «Медицинский университет «РЕАВИЗ»
Минздрава России

Левин Александр Владимирович

Д.м.н., доцент, «Медицинский университет «РЕАВИЗ»
Минздрава России
doktorirt@yandex.ru

Аннотация. Остеоартроз является одним из наиболее распространенных поражений суставов. В практике ревматологов поражение коленных суставов при остеоартрозе встречается в 92% случаев. Традиционно лечение остеоартроза коленных суставов включает в себя медикаментозные методы и в частности применение нестероидных противовоспалительных препаратов, обладающих рядом осложнений, что в свою очередь диктует необходимость поиска новых, как медикаментозных, так и немедикаментозных методов лечения данного заболевания. Одним немедикаментозных методов лечения остеоартроза коленных суставов является метод рефлексотерапии и в частности иглоукальвание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову. Проведенная сравнительная оценка применения двух методов иглоукальвания показала, высокую эффективность иглоукальвания в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову в комплексном лечении пациентов с остеоартрозом коленных суставов.

Ключевые слова: остеоартроз коленных суставов, рефлексотерапия, иглорефлексотерапия, иглоукальвание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову.

Введение

Остеоартроз (ОА) является одним из наиболее распространенных поражений суставов. Согласно статистическим данным Министерства здравоохранения Российской Федерации, число больных ОА в России с 2000 по 2010 г. возросло с 1587400 до 3700000 человек [11,13].

ОА обычно характеризуется избирательным поражением определенных групп суставов, наиболее типичной локализацией является коленный сустав. 73% врачей

указали, что наиболее частой локализацией ОА являются коленные суставы. При этом в практике ревматологов поражение коленных суставов при остеоартрозе встречается в 92% случаев [14,15].

Поражение коленных суставов обусловлено их положением, как опорных суставов, на которые падает основная осевая нагрузка. Недавний отчет ВОЗ по глобальной распространенности болезни показал, что ОА коленных суставов находится на 4 месте среди основных причин нетрудоспособности у женщин и на 8 месте у мужчин (EULAR, 2003) [10,3].

Традиционно лечение ОА коленных суставов включает в себя медикаментозные методы. Наиболее широко используемые нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), которые оказывают симптоматическое действие, уменьшая болевой синдром и проявление воспаления в суставах. Основным недостатком НПВП является частое развитие побочных эффектов, особенно со стороны желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы. Более того, некоторые из них отрицательно влияют на метаболизм суставного хряща [15,10,3,2].

Таким образом, эффективное лечение остеоартроза коленных суставов приобретает существенное значение, что в свою очередь диктует необходимость поиска новых, как медикаментозных, так и немедикаментозных методов лечения данного заболевания [19,16].

Одним из немедикаментозных методов лечения остеоартроза коленных суставов является метод рефлексотерапии и в частности иглоукалывание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф.Б. Кандарову. Эффективность рефлексотерапии при остеоартрозе коленных суставов подтверждается данными зарубежных и отечественных авторов [1,9,12].

Рефлексотерапия целенаправленно влияет на измененную реактивность центральной нервной системы, способствует восстановлению нормальных корково-подкорковых взаимоотношений и подвижности нервных процессов, стимулирует адаптивно — трофические влияния нервной системы [5,4,6]. При остеоартрозе коленных суставов рефлексотерапия обеспечивает купирование болевого синдрома, нормализует регионарное кровообращение и мышечный тонус [7,17,18,8].

Цель исследования

Провести сравнительный анализ применения классической иглорефлексотерапии и иглоукалывания в микроакупунктурные системы кистей и стоп по Ф.Б. Кандарову в комплексном лечении пациентов с остеоартрозом коленных суставов.

Материал и методы исследования

Основу наших наблюдений составили данные клинического и лабораторно-инструментального обследования 120 пациентов с диагнозом остеоартроз коленных суставов, проходивших амбулаторное лечение в кабинетах рефлексотерапии ООО «Центр адаптивной и восстановительной физической культуры Куватова» (г. Уфа) и ООО «Санаторий Зеленая Роща» Республики Башкортостан» (г. Уфа) в 2014–2017 годах. Все обследованные нами пациенты поступали на лечение с уже

установленным диагнозом в результате проводимого ранее обследования и лечения. Клинико-инструментальное обследование всех пациентов проводилось как при поступлении их на амбулаторное лечение в кабинеты рефлексотерапии, так и на всем протяжении проведения комплексной терапии остеоартроза коленных суставов.

Все обследованные лица (вне гендерных различий, мужчины и женщины, женщины в периоде менопаузы) были в возрасте от 45 до 68 лет. Средний возраст составил — $65 \pm 0,4$ года.

В соответствии с процедурой рандомизации все обследованные были разделены на 3 группы случайным образом, что исключает влияние субъективности исследователей, а также систематической ошибки.

Первую группу составили 40 человек, получавшие классическую иглорефлексотерапию по схемам, описанным в работах И. З. Самосюка, В. П. Лысенюка (2004), Д. М. Табеевой (2010) [17,18]. При этом использовались следующие корпоральные точки воздействия: LI 4, LI 11, LI 15, BL 23, ST 36, HT 7, BL 54, SP 6, PC 6, BL 40, GB21, LR8, TE10, GB34, BL 60, BL 62, SP 9, KI 17, LU5, LI 10. Лечение проводилось курсами по 15 процедур, проводимых ежедневно. Перерыв в лечении классической иглорефлексотерапией составлял 1 мес. после первого курса и 3 мес. после второго курса. Иглорефлексотерапия проводилась на фоне назначения нестероидного противовоспалительного препарата «Мелоксикам» в суточной дозе 15 мг. Во вторую группу вошли 40 обследованных лиц, которым проводилось иглоукалывание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф.Б. Кандарову. Применяемое нами иглоукалывание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы заключается в воздействии на выявленные Ф.Б. Кандаровым проекционные зоны коленного сустава, расположенные на кистях и стопах. Лечение проводилось курсами по 15 процедур, проводимых ежедневно. Перерыв в лечении рефлексотерапией составлял 1 мес. после первого курса и 3 мес. после второго курса. Рефлексотерапия проводилась на фоне назначения нестероидного противовоспалительного препарата «Мелоксикам» в суточной дозе 15 мг. В третью (контрольную) группу вошли 40 пациентов получавших только традиционную медикаментозную терапию препаратами, «Мелоксикам» в суточной дозе 15 мг, «Хондроитин сульфат» 1,0 гр. 2раза в сутки.

Обследование пациентов проводили в соответствии с клиническими рекомендациями по диагностике и лечению остеоартроза Общероссийской Общественной Организации «Ассоциация ревматологов России» (Москва, 2013) [8].

Таблица 1. Купирование болевого синдрома у больных с остеоартрозом коленных суставов в зависимости от метода коррекции

Купирование болевого синдрома (сутки)	I группа	II группа	III группа (контроль)
4–7 сутки	6 чел. (15%)	9 чел. (22,5%)	-
8–11 сутки	12 чел. (30%)	18 чел. (45%)	7 чел. (17,5%)
12–15 сутки	17 чел. (42,5%)	10 чел. (25%)	22 чел. (55%)
свыше 15 суток	5 чел. (12,5%)	3 чел. (7,5%)	11 чел. (27,5%)

Таблица 2.

Сводная таблица результатов лечения пациентов с остеоартрозом коленного сустава

Показатели		I группа		II группа		III группа (контроль)	
Тензоалгометрия, кг/см ²		1,6±0,02 2,9±0,04*	+81%	1,6±0,01 3,1±0,06*	+94%	1,5±0,05 2,4±0,03*	+60%
Визуально аналоговая шкала боли, баллы		6,2±0,04 1,9±0,01*	-69%	6,4±0,06 1,7±0,03*	-73%	6,5±0,08 3,7±0,04*	-43%
Электромиография мышц бедра, мкВ		295±0,04 449±0,01*	+52%	297±0,02 498±0,03*	+68%	294±0,01 321±0,04*	+9%
Опросник МакГилла	Слова-дескрипторы	11,5±0,07 6,3±0,06*	-45%	11,3±0,08 5,9±0,04*	-48%	11,1±0,09 9,5±0,08*	-14%
	Сумма рангов	33,2±0,18 19,5±0,07*	-41,3%	33,5±0,21 18,8±0,04*	-43,9%	33,1±0,18 24,4±0,12*	-26,3%

Применяемое нами иглоукалывание в микроакуптурные зоны кисти и стопы по Ф.Б. Кандарову представляет собой воздействие на проекционные зоны коленного сустава, расположенные на кистях и стопах. Проекционная зона коленного сустава на кисти находится в области пятого пястно-фалангового сустава. Передняя поверхность коленного сустава проецируется на пятый пястно-фаланговый сустав с тыльной стороны кисти,

задняя — с ладонной, наружная — с медиальной стороны пятого пястно-фалангового сустава, внутренняя — в промежутке между четвертым и пятым пястно-фаланговыми суставами. Проекционная зона коленного сустава на стопе находится между головками первой и второй плюсневых костями, передне-наружная поверхность коленного сустава проецируется с тыльной стороны стопы, задне-внутренняя — с подошвенной.

Последовательность лечебного сеанса с использованием микроакупунктурных систем по Ф. Б. Кандарову состоит в следующем. Пациент занимает удобное положение на кушетке, лежа на спине, врач располагается возле кушетки. Перед каждым сеансом лечения, с целью определения зон гиперестезии, соответствующих проекционным зонам коленным суставам на кистях и стопах, проводится диагностика игольчатым валиком. В выявленные зоны гиперестезии с соблюдением правил асептики и антисептики, производится постановка одноразовых стерильных акупунктурных игл размерами 0,16 x 10 мм в количестве 7–10 штук. Экспозиция игл составляет 40 минут, что соответствует I варианту тормозного метода, принятого в классической рефлексотерапии. Лечение проводилось курсами по 15 процедур, проводимых ежедневно. Перерыв в лечении рефлексотерапией составлял 1 мес. после первого курса и 3 мес. после второго курса.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась на персональном компьютере в среде Windows вариационно-статистическим методом с использованием программы STATISTIKA 6.0. По критерию Стьюдента оценивали значимость отличий средних арифметических в сравниваемых группах при постоянно заданном уровне значимости ($p=0,05$).

Результаты и обсуждение

Эффективность проводившегося лечения оценивали на 4–7, 8–11 и 12–15 сутки на основании сроков купирования болевого синдрома, а так же по показателям тензоалгометрии, динамике выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли и болевому опроснику МакГилла, ЭМГ мышц бедра — на 15 сутки лечения. При анализе результатов купирования болевого синдрома в сравниваемых группах больных был, достигнут следующий результат.

Так, раннее купирование болевого синдрома на 4–7 сутки лечения отмечалось у 22,5% больных II группы и у 15% больных I группы, на 8–11 сутки лечения — у 45% больных II группы и у 30% больных I группы и на 12–15 сутки лечения — у 25% больных II группы и у 42,5% больных I группы. Тогда как у больных III (контрольной) группы болевой синдром купировался в более поздние сроки лечения. Таким образом, исчезновение жалоб в более короткие сроки констатировалось у пациентов, которым проводилась иглоукалывание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову в сочетании с назначением нестероидного противовоспалительного препарата «Мелоксикам» (табл. 1).

Примечание: в каждой клетке таблицы верхние значения — до лечения, нижние — после лечения. Звездочкой отмечены достоверная динамика показателей

в процессе лечения; жирным шрифтом выделена достоверность различия динамики показателей по сравнению с группой контроля (группа III).

В результате проведенного лечения пациентов с ОА коленных суставов происходило изменение порога боли по данным тензоалгометрии. В результате проведенного анализа было установлено, что порог боли последовательно растет во всех трех группах и достоверно превышает свои значения до начала лечения. Наибольших значений показатели тензоалгометрии достигают во II (3,1 кг/см²) и в I группах (2,9 кг/см²) к 15 суткам лечения (табл. 2).

По визуально-аналоговой шкале боли начальный уровень выраженности болевого синдрома в группах был сопоставим. Достоверное уменьшение интенсивности болевого синдрома отмечался во II (1,7 балла) и в I группах (1,9 балла) к 15 суткам лечения. Оценка эффективности лечения по опроснику МакГилла, детализирующему интенсивность и характер болевых ощущений, показала, что число слов-дескрипторов и сумма рангов в группах до лечения сопоставимы. Достоверное улучшение по количеству слов-дескрипторов и по сумме рангов было отмечено во всех трех группах ($p<0,05$), но во II и в I группах к 15 суткам лечения оно было более выраженным (табл. 2).

Проведенный анализ ЭМГ-активности мышц бедра на 15 сутки лечения выявил приближение амплитуды электрических потенциалов и частоты мышечных сокращений к таким же показателям мышц бедра снятых у здоровых лиц ($668\pm 0,04$ мкВ). Однако более значительные изменения в амплитуде электрических потенциалов и частоты мышечных сокращений отмечались в группах больных, где применялось иглоукалывание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову (табл. 2).

Приведенные данные доказывают наличие достоверной разницы между показателями по критерию Стьюдента во всех группах.

Заключение

Результаты проведенных исследований и сопоставление динамики таких показателей, как купирование болевого синдрома и изменения показателей тензоалгометрии, выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли, опросника МакГилла, анализу ЭМГ-активности мышц бедра следует, что применение иглоукалывания в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову характеризуется определенными преимуществами по сравнению с классической иглорефлексотерапией, что позволяет рекомендовать ее к использованию в комплексном лечении пациентов с остеоартрозом коленных суставов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Г. Н. Рефлексотерапия заболеваний нервной системы: Руководство для врачей. — М., 1999. — 298 с.
2. Берглезов М. А., Андреева Т. М. Остеоартроз (этиология, патогенез) // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2006. — № 4. — С. 79–86.
3. Болезни суставов: руководство для врачей / под ред. В. И. Мазурова. СПб.: СпецЛит, 2008. — 397 — с. 8.
4. Василенко А. М., Осипова Н. Н., Шаткина Т. В. Лекции по рефлексотерапии: Учебное пособие. — М.: Су Джок Академия, 2002. — 374 с.
5. Василенко А. М., Захарова Л. А. Нейроэндокринноиммунная система контроля боли // Боль. — 2004. — № 1(2). — С. 51–56.
6. Гончаров Д. И., Загорюлько О. И., Медведева Л. А., Гнездилов А. В. Возможности рефлекторного воздействия в терапии вертеброгенного болевого синдрома // Рефлексотерапия и комплементарная медицина. — 2014. — № 4(10). — С. 35–39.
7. Киргизова О. Ю., Ушаков В. В. Боль в спине: современные возможности немедикаментозной терапии // Сибирский медицинский журнал. — 2013. — № 6. — С. 8–10.
8. Клинические рекомендации по диагностике и лечению остеоартроза. // Общероссийской Общественной Организации «Ассоциация ревматологов России». — Москва, 2013.
9. Лувсан Г. Традиционные и современные аспекты восточной медицины. — М., 2000. — 400 с.
10. Маколкин В. И., Меньшикова И. В. Остеоартроз коленного сустава: современный подход к проблеме лечения. // Терапевтический архив, 2005. — № 5. — с. 83–90.
11. Маколкин В. И., Пак Ю. В., Меньшикова И. В. Коксартроз — вопросы этиологии, эпидемиологии, клинических проявлений и новых подходов к лечению. // Терапевтический архив, 2007. — № 1. — с. 27–31.
12. Медведева Л. А., Загорюлько О. И., Шевцова Г. Е. Возможности рефлексотерапии хронической боли с позиций доказательной медицины // Рефлексотерапия и комплементарная медицина. — 2016. — № 4(18). — С. 55–59.
13. Меньшикова И. В., Бажанов Н. Н., Лучихина Л. В. Новые возможности ранней диагностики и лечения остеоартроза. // Тезисы Всероссийской конференции с международным участием «Медико-социальные проблемы костно-мышечных заболеваний в XXI веке». Научно-практическая ревматология, 2000. — № 4. — с. 72–73.
14. Меньшикова И. В. Остеоартроз как медико-социальная проблема. // Проблемы управления здравоохранением, 2009. — № 6. — с. 43–46.
15. Насонова В. А., Фоломеева О. М., Амирджанова В. Н. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани в России: Динамика статистических показателей за 5 лет (1994–1998 гг.) // Научно-практическая ревматология. — 2000. — № 2. — С. 4–12.
16. Сазонова Н. В. Организация специализированной ортопедической помощи больным остеоартрозами тазобедренного и коленного суставов: дис. . . д-ра. мед. наук. Курган, 2009. — 320 с.
17. Самосюк И. З., Лысенюк В. П. Акупунктура. Энциклопедия. «АСТ-ПРЕСС», 2004 — С. 509.
18. Табеева Д. М. Руководство по иглорефлексотерапии. — 2010. — 560 с.
19. Чичасова Н. В. Клиническое обоснование применения различных форм препарата терафлекс при остеоартрозе // Современная Ревматология. 2010. — № 4. — С. 59–64.

© Тырнов Петр Вячеславович, Левин Александр Владимирович (doktorirt@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Tyrnov P. — Postgraduate student of the «Medical University «REAVIZ» of Minzdrav of Russia

Levin A. — Doctor of medical Sciences, dotsent, «Medical University «REAVIZ» of Minzdrav of Russia
doktorirt@yandex.ru

Karpova E. — Central Siberian Botanical Garden SB RAS
karyevg@mail.ru

Fershalova T. — Central Siberian Botanical Garden SB RAS

Yakimova Yu. — State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector»

Voinov K. — Dr. of Sc., professor, University ITMO, St.-Petersburg

Ghellab Ya. — PhD Student, ITMO University, St.-Petersburg
ghellabyahia@yahoo.com

Vasil'ev V. — Candidate of techn. Sciences, reader, St.-Petersburg' State University of the railway communication (named by emperor Alexander I).

Arunyants G. — Dr. Sci. Tech., The professor, FSBEI HE «Kaliningrad State Technical University»
suro99@mail.ru

Badeyan A. — Graduate student, FSBEI HE «Kaliningrad State Technical University»
arminebadeyan@mail.ru

Duong D. — Postgraduate, Moscow automobile and road construction state technical university (MADI)
dontu007@gmail.com

Kostikov Yu. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Moscow Aviation Institute (National Research University)
jkostikov@mail.ru

Pavlov V. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Moscow Aviation Institute (National Research University)

Romanenkov A. — PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University)
romanaleks@gmail.com

Ternovskov V. — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Moscow Aviation Institute (National Research University)
vternik@mail.ru

Xenofontov D. — Senior lecturer, applicant, Military Telecommunication Academy named after the Soviet Union Marshal Budienny S. M.
Xenofontov-dm@mail.ru

Poberezhnaya O. — Resident of the Novosibirsk State National Research University «Novosibirsk State National Research University»
shnagina@rambler.ru

Zotov V. — Doctor of medical sciences, Professor of the of the National Medical University, Head of the Clinic of Plastic Surgery and Cosmetology, ZAO Avicenna Medical Center

Asmedianov N. — State Pedagogical University at the Novosibirsk State University

Plegunova S. — Resident of the Novosibirsk State University

Popov G. — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Institute of Information Technologies and Communications of Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia
korneev.university@gmail.com

Korneev M. — Postgraduate Student, Institute of Information Technologies and Communications, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia
korneev.university@gmail.com

Pruss B. — Candidate of Technical Sciences, associate professor FGBOU VO «Bryansk State Technological University of Engineering», Russia, Bryansk
prussbor@gmail.com

Romanov V. — Candidate of Technical Sciences, associate professor FGBOU VO «Bryansk State Technological University of Engineering», Russia, Bryansk
vromanov62@mail.ru

Thu R. — Postgraduate student, Kursk state university
therein.48@gmail.com

Ukuev B. — Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture n.a. N. Isanov (Bishkek)
ukuevb@gmail.com

Ataeva Z. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Dagestan State Medical University, Makhachkala
kzn1957@mail.ru

Kudaev M. — Professor, Dagestan State Medical University, Makhachkala
kudaev54@mail.ru

Shamilova S. — Assistant of the Dagestan State Medical University, Makhachkala
Sabina.Shamilova.84@mail.ru

Gadzhieva T. — Professor of the Dagestan State Medical University, Makhachkala
tami2006@yandex.ru

Berdnikov A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, KNITU-KAI them. A.N.Tupoleva
alex-berd@mail.ru

Burmistrov M. — Doctor of Medical Sciences, professor of the Kazan State Medical Academy

Voloshin V. — Doctor of Medical Sciences, Professor, GBUZ MO MONIKI The Moscow Regional Clinical Research Institute of M.F. Vladimirsky

Shevyrev K. — Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, GBUZ MO MONIKI The Moscow Regional Clinical Research Institute of M.F. Vladimirsky

Simakov A. — Graduate student, GBUZ MO MONIKI The Moscow Regional Clinical Research Institute of M.F. Vladimirsky
vigor1288@yandex.ru

Drozhdin E. — Doctor of medical sciences, professor, Head of department of faculty surgery of the medical institute at Surgut State University
fxsurgu@yandex.ru

Katelnitskiy I. — Doctor of medical sciences, professor, Head of department of surgery №1 of the Rostov State Medical University
rostgmukhb1@yandex.ru

Zorkin A. — Candidate of medical sciences, associate professor of department of faculty surgery of the medical institute at Surgut State University
az_99@mail.ru

Mazaishvili K. — Doctor of medical sciences, associate professor, professor of department of faculty surgery of the medical institute at Surgut State University
fxsurgu@yandex.ru

Koriagina N. — Perm State Medical University. acad. E.A. Wagner
nina11-85@mail.ru

Melekhova O. — Perm State Medical University. acad. E.A. Wagner
melekhova@yandex.ru

Shadrin A. — Perm State Medical University. acad. E.A. Wagner
shadrin1903@gmail.com

Prokhorov K. — Perm State Medical University. acad. E.A. Wagner
kipro59@gmail.com

Kostava T. — Applicant, National medical research center of traumatology and orthopedics named after N.N. Priorov
tengizv@mail.ru

Kurakin E. — The candidate of medical Sciences, associate Professor, Tula state University
79105504113@yandex.ru

Mohammad A. — Postgraduate Student, St.Petersburg State Pediatric Medical University
d.ahlam@mail.ru

Akinshin I. — Postgraduate Student, St.Petersburg State Pediatric Medical University
akinshinivan87@gmail.com

Sinelnikova E. — Dr Med Sci, Professor, St.Petersburg State Pediatric Medical University
sinelnikavae@gmail.com

Chasnyk V. — Dr Med Sci, Professor, St.Petersburg State Pediatric Medical University
chasnyk@gmail.com

Tyrnov P. — Postgraduate student of the «Medical University «REAVIZ» of Minzdrav of Russia

Levin A. — Doctor of medical Sciences, dotsent, «Medical University «REAVIZ» of Minzdrav of Russia
doktorirt@yandex.ru

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).