

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 6-2 2019 (ИЮНЬ)

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>

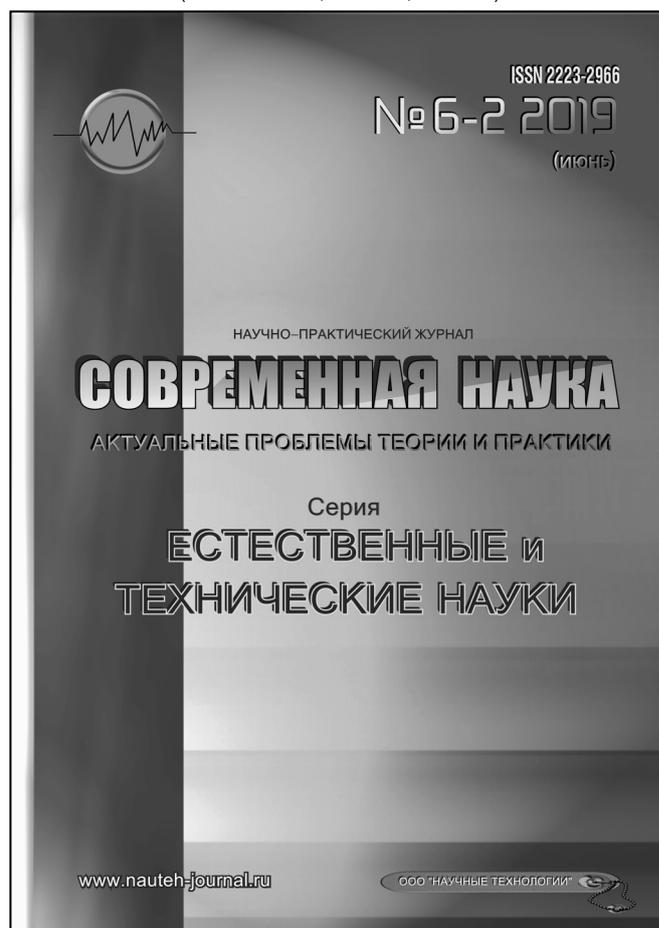
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ, 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 25.06.2019 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

Атаев Алевдин Рашитханович — д.м.н., профессор, Дагестанский государственный медицинский университет

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

Белых Владимир Иванович — Д.м.н., доцент, Алтайский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации

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

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

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

Каллаев Нажмудин Омаркадиевич — д.м.н., профессор, Дагестанский государственный медицинский университет

Квасов Андрей Иванович — д.т.н., профессор, 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., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», с.н.с.

Матвеев Всеволод Борисович — д.м.н., профессор, 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, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Анзорев В. А., Морякина С. В. — Антипростагландины, как средства снижения эмбриональной смертности
Anzorov V., Moryakina S. — Antiprostaglandins as a means of reducing embryonic mortality 6

Морякина С. В., Анзорев В. А. — Динамика изменений числа тромбоцитов, тромбоцитарных индексов и СОЭ у студентов до и после сдачи экзамена
Moryakina S., Anzorov V. — Dynamics of changes of number of platelets, trombotsitarny indexes and SOE at students before passing an examination. 11

Селезнева А. А. — Целесообразность разработки экологической аудиторской организацией рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности предприятия
Seleznyova A. — The feasibility of the development of environmental audit organization recommendations for improving the environmental activities of the enterprise 15

Сергеева В. В., Кресамова А. А., Андреева Ю. С. — *Trifolium repens* (L.) – биоиндикатор загрязнения окружающей среды (на примере г. Краснодара)
Sergeeva V., Kresamova A., Andreeva Yu. — *Trifolium repens* (L.) – bioindicator of environmental pollution (the example is Krasnodar) 18

Информатика, вычислительная техника и управление

Абанин В. С., Кутовой С. С., Концевой А. Г. — Система управления подвижностью рабочего места обучающегося в динамическом тренажере освоения планирующей парашютной системы специального назначения
Abanin V., Kutovoy S., Kontsevov A. — The system of paratrooper working place mobility control in dynamic simulator of gliding parachute system for special purposes mastering 27

Алхатем Али — Объемно-планировочные решения, как основа выбора системы кондиционирования в офисных зданиях
Alhatim Ali — Space-planning solutions as the basis for the selection of air conditioning systems in office buildings 33

Андрюхин А. Г., Грачев Н. Н., Смирнов В. С. — Устройство мониторинга локальной сети с функциями оповещений о несанкционированном доступе
Andryukhin A., Grachev N., Smirnov V. — Local network monitoring device with functions of unauthorized access alert functions 37

Белов М. А., Лупанов П. Е., Минзов А. С., Токарева Н. А. — Система управления виртуальной инфраструктурой на основе визуальных моделей в среде виртуальной компьютерной лаборатории
Belov M., Lupanov P., Minzov A., Tokareva N. — Virtual infrastructure management based on visual models in the virtual computer lab environment 41

Богомолов В. А., Первухин И. Д. — Создание полигона защищенной сети передачи данных с использованием крипто-маршрутизаторов DionisNX на базе корпоративной сети КНИТУ
Bogomolov V., Pervuhin I. — Creating testing ground of a private network of data transmission network with the use of DionisNX crypto-routers based on the corporate network of KNITU 47

Галимова Е. Ю. — Разработка методики и компьютерной реализации выбора подхода к тестированию программного продукта
Galimova E. — Theoretical method and computer implementation for the selection of approach to software testing 53

Груздева Л. М. — Инциденты информационной безопасности на транспорте: виды, причины и негативные последствия	Серпик В. Д. — Моделирование загрязнения экосреды: проблема остановки	
<i>Gruzdeva L.</i> — Information security incidents in transport: types, causes and negative consequences. 57	<i>Serpik V.</i> — Modeling of pollution of ecological environment: problem of stopping 98	
Дракин А. Ю., Зотин В. Ф., Школин А. Н. — Автоматизированное измерение динамических параметров полупроводниковых модулей БТИЗ и БВД	Хоссейн Наджари, Хуссейн Сафаа Мохаммед Ридха Хуссейн, Ханфар Адам, Оссиала Венсеслас Бель Амур, Матвейчук И. А. — Разработка порционер, обеспечивающая равномерную выработку и поддержку центра масс топлива в определенном диапазоне	
<i>Drakin A., Zotin V., Shkolin A.</i> — Automated measurement of the dynamic parameters of the IGBT and FRD semiconductor modules 61	<i>Hossein Nadjari, Hossein Safaa Muhammad Ridha Hossein, Hanfar Adam, Ossiala Venceslas Bel Amour, Matveichuk I.</i> — Development of portioned providing equable output and support of the mass of fuel center in a specific range 102	
Завидов С. А., Щербо Е. В. — Методический подход к прогнозированию показателей сохраняемости техники на стадии разработки	Щукин А. А., Павлов А. Е. — Цифровая обработка сигналов с помощью вейвлета «Мексиканская шляпа»	
<i>Zavidov S., Scherbo E.</i> — Methodical approach to forecasting indicators of persistence techniques under development. 69	<i>Shchukin A., Pavlov A.</i> — Digital signal processing with wavelet «Mexican hat» 109	
Казakov М. К. — Использование воздушного трансформатора в составе измерительных преобразователей тока в электроэнергетике	Юдин О. А., Юдин И. А. — Написание чат-бота помощника поступающему в высшее учебное заведение	
<i>Kazakov M.</i> — The use of air transformer in the measuring current transformers in the electric power industry 74	<i>Yudin O., Yudin I.</i> — Writing a chat bot assistant for applicants to university 117	
Климов К. С. — АИС как объект информационно-технических воздействий	Клиническая медицина	
<i>Klimov K.</i> — AIS as an object of informational and technical influences 81	Атаев А. Р., Магомедов Ш. М., Атаев Э. А., Каллаев Н. О. — Способ лечения переломов длинных трубчатых костей при йододефицитных заболеваниях	
Минзов А. С. — Обеспечение целостности информации в распределенных вычислительных системах в продолжительном периоде времени	<i>Ataev A., Maqomedov Sh., Ataev E., Kallaev N.</i> — Method of treatment of fractures long tubular bones in iodine deficiency disease 123	
<i>Mingzov A.</i> — Ensuring the integrity of information in distributed computing systems in a long period of time 89	Губарь Т. К., Алексеева Л. Л., Стуров В. Г. — Роль полиморфизма генов тромбофилии в развитии осложнений беременности и родов у женщин Республики Бурятия	
Поляничко М. А. — Формирование понятийного аппарата в области противодействия инсайдерской деятельности	<i>Gubar T., Alekseeva L., Sturov V.</i> — The role of polymorphisms of thrombophilia genes in the complications development of pregnancy and childbirth of women in the Republic of Buryatia 128	
<i>Polyanichko M.</i> — Formation of definition complex for insider counteraction scope. 94		

Жулёв Е. Н., Ростов А. В., Ростов А. А. — Изучение остаточной мощности энергии лазерного излучения при облучении коронковой части удалённого моляра человека (in vitro)	Смирнова М. В. — Механизмы, роли и перспективы учета эффекта свидетеля в радиобиологии и медицине
<i>Zhulev E., Rostov A., Rostov A.</i> — The study of the residual power of the laser energy during irradiation of the coronal part of a remote human molar (in vitro) 134	<i>Smirnova M.</i> — Mechanisms, roles and potential in taking into account the bystander effect in radiobiology and medicine 159
Каллаев Н. О., Атаев А. Р., Магарамов А. М., Мирзоев Н. Э., Магомедов Ш. М. — Малоинвазивные методы лечения пострадавших с политравмой при дорожно-транспортных происшествиях	Тхазаплизева М. Т., Балкаров А. О., Шерегов А. Х., Балкарова С. А., Карданова Л. В., Каскулова Д. З. — Состояние полости рта и потребность в стоматологической помощи у больных с заболеваниями желудочно-кишечного тракта
<i>Kallaev N., Ataev A., Magaramov A., Mirsoev N., Magomedov Sh.</i> — Minimally invasive methods of treatment of victims with polytrauma in traffic accidents. 137	<i>Thazaplizheva M., Balkarov A., Sheregov A., Balkarova S., Kardanova L., Kaskulova D.</i> — The oral health and need for dental care in patients with diseases of the gastrointestinal tract 165
Колосунин И. А., Базина К. А., Козлов С. А., Родин О. В. — Некоторые аспекты диагностики сепсиса обзор литературы	Хафизов И. Р. — Оценка напряженно-деформируемых состояний балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты при полном отсутствии зубов
<i>Kolosunin I., Bazina K., Kozlov S., Rodin O.</i> — Some aspects of the diagnostics of sepsis review literature 141	<i>Khafizov I.</i> — Assessment of stress-strain states of the girder-frame orthopedic structures based on dental implants in the complete absence of teeth 169
Крылов С. В., Пасечник И. Н., Капырина М. В. — Результаты оценки безопасности использования продленной проводниковой анальгезии плечевого сплетения межлестничным доступом при артроскопических операциях на плечевом суставе	Хомидов Х. М. — Оттисковые материалы в ортопедической стоматологии
<i>Krylov S., Pasechnik I., Kapyrina M.</i> — Results of the safety assessment of using continuous nerve block of the brachial plexus by interscalene access during arthroscopic operations on the shoulder joint. 147	<i>Homidov H.</i> — Impression materials in prosthodontics 173
Рафикова Д. С. — Гестационный сахарный диабет: современное состояние проблемы	
<i>Rafikova D.</i> — Gestational diabetes mellitus: current state of the problem. 152	
	Информация
	Наши авторы. Our Authors. 176
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 179

АНТИПРОСТАГЛАНДИНЫ, КАК СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ

Анзоров Ваха Асхадович

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

Г. Грозный

vaha-anzorov@mail.ru

Морякина Светлана Васильевна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

Г. Грозный

Г. Грозный

s.moriakina@yandex.ru

ANTIPROSTAGLANDINS AS A MEANS OF REDUCING EMBRYONIC MORTALITY

**V. Anzorov
S. Moryakina**

Summary. the article is devoted to the study of the effect of luteostable on the early fetal mortality of cows. In the first experiment, we studied the ability of luteostable to maintain the activity of the corpus luteum. The results show that 48 hours after the administration of the drug, the corpus luteum regression was stopped. The second experiment was devoted to determining the optimal time of injection of luteostabil after insemination of cows. The effectiveness of insemination of animals was greatest (90.0–100.0%) with the introduction of the drug for 6–7 days.

Keywords: progesterone, antiprostaglandin, fetal mortality, pregnancy..

Аннотация. статья посвящена изучению влияния лютеостабила на раннюю эмбриональную смертность коров. В первом опыте нами изучалась способность лютеостабила поддерживать активность желтого тела. Полученные результаты показывают, что через 48 часов после введения препарата регрессия желтого тела была остановлена. Второй опыт был посвящен установлению оптимального времени инъекции лютеостабила после осеменения коров. Результативность осеменения животных была наибольшей (90,0–100,0%) при введении препарата на 6–7 день.

Ключевые слова: прогестерон, антипростагландин, эмбриональная смертность, стельность.

Введение

Животноводство является одной из ведущих отраслей, состояние которой определяет способность удовлетворить потребности населения в продуктах питания. Состояние этой отрасли зависит от стабильности воспроизводства.

Широко распространенным нарушением функции размножения скота является ранняя эмбриональная смертность.

То, что прогестерон является гормоном, оказывающим как положительное, так отрицательное влияние на развитие оплодотворенного яйца в начальный период, изменением структуры матки, позволило установить выявление взаимоотношений между кормлением, обменом веществ, уровнями гормонов и состоянием системы размножения.

Опасным является начальный период стельности, в которой к нежелательному исходу могут привести простагландины, вырабатываемые эндометрием матки, вследствие лизиса желтого тела, выделяющего прогестерон, необходимый для сохранения беременности.

Нежелательную роль в этот период беременности может сыграть зародыш, который синтезирует специальные белки, тормозящие образование внутри клеток веществ, подавляющих выработку ингибиторов простагландинов, которые вызывают лизис желтого тела.

Значит, сам эмбрион обуславливает критическую фазу в течение стельности. И поэтому нежелательным является его выработка и перенос к желтому телу, где он способствует к снижению его функциональной активности.

Этот вопрос все еще остается до конца не выясненным, однако проблема эмбриональной смертности продолжает оставаться настолько актуальным, что попыток ее решить было сделано огромное множество с использованием различных препаратов.

Так с целью снижения или устранения гибели эмбрионов путем предотвращения лизиса желтого тела были применены прогестагены, в том числе и прогестерон, и синтетические аналоги Gn-Rh и ХГЧ [3; 2].

Для профилактики и уменьшения смертности эмбрионов было проведено много исследований и при этом

использованы как чистые препараты гормонов, так и их смеси с различными веществами.

Хотя основной причиной гибели зародышей животных является снижение выработки прогестерона яичниками, экзогенное его введение в организм, не позволило получить ожидаемых результатов.

Большие ожидания в позитивном решении этой проблемы связывали с антипростагландинами. Один из первых представителей этой группы соединений — лютеостабил синтезирован в научно-производственном объединении «Витамины». Этот аналог простагландина F_{2α} не способен вызвать лизис желтого тела. Он производится в жидком виде, не имеет запаха и цвета. Реакция среды его колеблется от нейтральной до слабо щелочной. При хранении в надлежащих условиях сохраняет активность в течение трех лет. По данным многочисленных исследований установлено, что на 5–7 день после оплодотворения, морула внедряется в матку и переходит в стадию бластоцисты. Этот процесс сопровождается распознаванием беременности материнским организмом.

При этом происходит изменение строения желтого тела и перестройка его из циклического в беременности. Этот период в течение беременности является опасным, так как приводит к нарушению выработки и выделения прогестерона, а это может привести к эмбриональной смертности [6; 4; 5].

Есть литературные данные [3; 2] согласно которым экзогенная инъекция лютеостабила коровам через неделю после осеменения снизит негативное влияние простагландина.

Суть его действия состоит в способности блокировать желтое тело от воздействия простагландина.

Поэтому нами было решено, использовать этот антипростагландин для улучшения репродуктивных показателей [1].

Материал и методика исследований. Для исследований были использованы коровы черно-пестрой породы колхоза «Фрунзе» Белгородской области. Животные клинически здоровы, им по 4–5 лет и дают они за 10 месяцев от четырех до пяти тысяч килограмм молока.

Условия кормления и содержания их соответствуют принятым нормам.

В опыте под номером один мы проверяли способность лютеостабила противодействовать рассасыванию желтого тела.

Нами выявлена способность антипростагландина, сохранять жизнеспособность желтого тела снижением лютеолитического эффекта простагландина F_{2α}.

В опытные группы подбирали коров по наличию в одном из яичников функционирующего желтого тела состояние, которого соответствовало 7–10 дням лютеиновой фазы полового цикла. Исследования были проведены на 4-х группах коров. Каждая группа состояла их 10-ти животных. Контрольной считали первую. Для вызывания лизиса желтого тела коровам второй группы вводили по 500 мкг эстрофана.

Для предотвращения лютеолиза коров третьей группе инъецировали лютеостабил в дозе 1 мг. Четвертая группа была обработана эстрофаном и лютеостабиллом в дозах 500 мкг и 1 мг соответственно.

Для изучения изменения уровня прогестерона у каждого животного брали по пять проб крови с промежутками 24 часа.

Запланированные исследования могли позволить наблюдать за изменением секреторной активности желтого тела по динамике прогестерона в плазме крови:

- ◆ при спонтанном цикле (1-я группа);
- ◆ синхронизации охоты (2-я группа);
- ◆ при блокировании лизиса желтого тела антипростагландином (3-я группа);
- ◆ в результате совместного использования эстрофана и лютеостабила.

Целью второй серии опытов было установление оптимального после искусственного осеменения времени инъекции антипростагландина.

Нами при этом учитывалось то, что путь от яйцевода до матки у морулы занимает 5–7 дней, а также внедрение эмбриона в слизистую эндометрия матки сопровождается реализацией механизма материнского распознавания начала стельности.

Распознавание стельности материнским организмом сопровождается перестройкой функции желтого тела с циклического в беременности. Этот процесс сопровождается риском, в развитии эмбриона обусловленным нарушением регуляции взаимоотношений между матерью и плодом, которая приводит к гибели эмбриона [6; 4].

Для профилактики возможной эмбриональной смертности нами были обработаны коровы на четвертый-десятый день после осеменения антипростагландином — лютеостабиллом.

Степеньность устанавливали ректальным обследованием, а также по данным зоотехнического учета через три месяца.

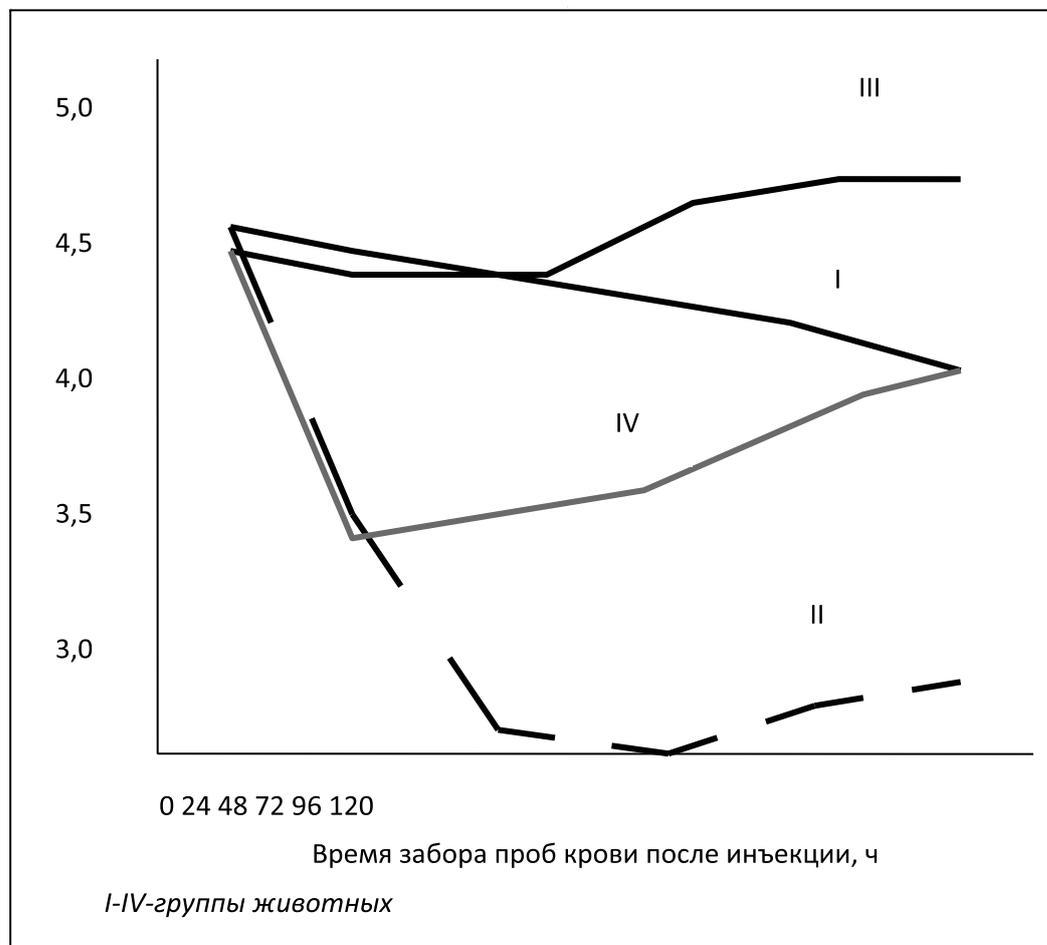


Рис. 1. Изменения уровня прогестерона у коров после введения антипростагландина

Результаты исследований и их обсуждение

Данные полученные в первой серии опытов свидетельствуют о том, что при внутримышечном введении эстрофана у всех животных второй группы происходит быстрое растворение желтого тела, за которым наблюдается приход в половую охоту коров.

При этом происходит уменьшение величины прогестерона до исходного уровня. После чего к 96–120 часам после введения наблюдается незначительный его (рис. 1).

Содержание гормона в крови контрольных коров, как и следовало ожидать в соответствии с нормальным половым циклом, подвергается к постепенному падению.

Концентрация прогестерона уменьшалась в течение двух суток, а в последующее время наметился его рост у коров 3-ей группы. Это свидетельствует о том, что инъекция лютеостабила заблокировала рассасывание

желтого тела, более того повысила его активность. Повышение уровня гормона составило на 0,5 нг/мл выше исходного значения.

Соответственно лютеостабил не только остановил лизис желтого тела, но и усилил его функциональную деятельность.

Изменение величины прогестерона в течение 24 часов после обработки коров 4-й группы совпадал с его динамикой животных 2-й группы. После чего лютеостабил остановил регрессию желтого тела, вызванную введением извне аналога простагландина F2α.

Очевидно, ко времени введения антипростагландина, синтетический аналог простагландина успел вызвать настолько глубокие изменения гистологических структур желтого тела, что они оказались необратимыми, поэтому лютеостабил не смог полностью нормализовать функциональную его деятельность. Однако с большой уверенностью можно утверждать то, что секреторная деятельность желтого тела не была доведена до того

Таблица 1. Зависимость плодотворности осеменения коров от времени ведения лютеостабила

Номер группы	Число коров	Стельных после 1-го осеменения		Всего стельных животных		Сервис-период в днях M±m	Индекс осеменения
		n	%	n	%		
Контроль	20	8	40,0±10,95	18	90,0±6,71	120,0±7,40	2,4±0,24
I	20	7	35,0±10,67	18	90,0±6,71	121,4±5,41	2,1±0,15
II	20	10	50,0±14,28	19	95,0±4,87	90,0±4,52****	2,2±0,19
III	20	12	60,0±10,95	20	100,0±0,00	86,4±2,4****	1,7±1,18**
IV	20	12	60,0±10,95	19	95,0±4,87	92,3±2,4***	1,8±0,20
V	20	8	45,0±14,12	20	100,0±0,00	99,6±4,5**	1,7±0,16
VI	20	8	45,0±11,12	18	90,0±6,71	120,1±5,8	1,9±0,30
VII	20	8	45,0±11,12	20	100,0±0,00	111,7±6,4	1,9±0,26

** — P < 0,05; *** — P < 0,01; **** — P < 0,001

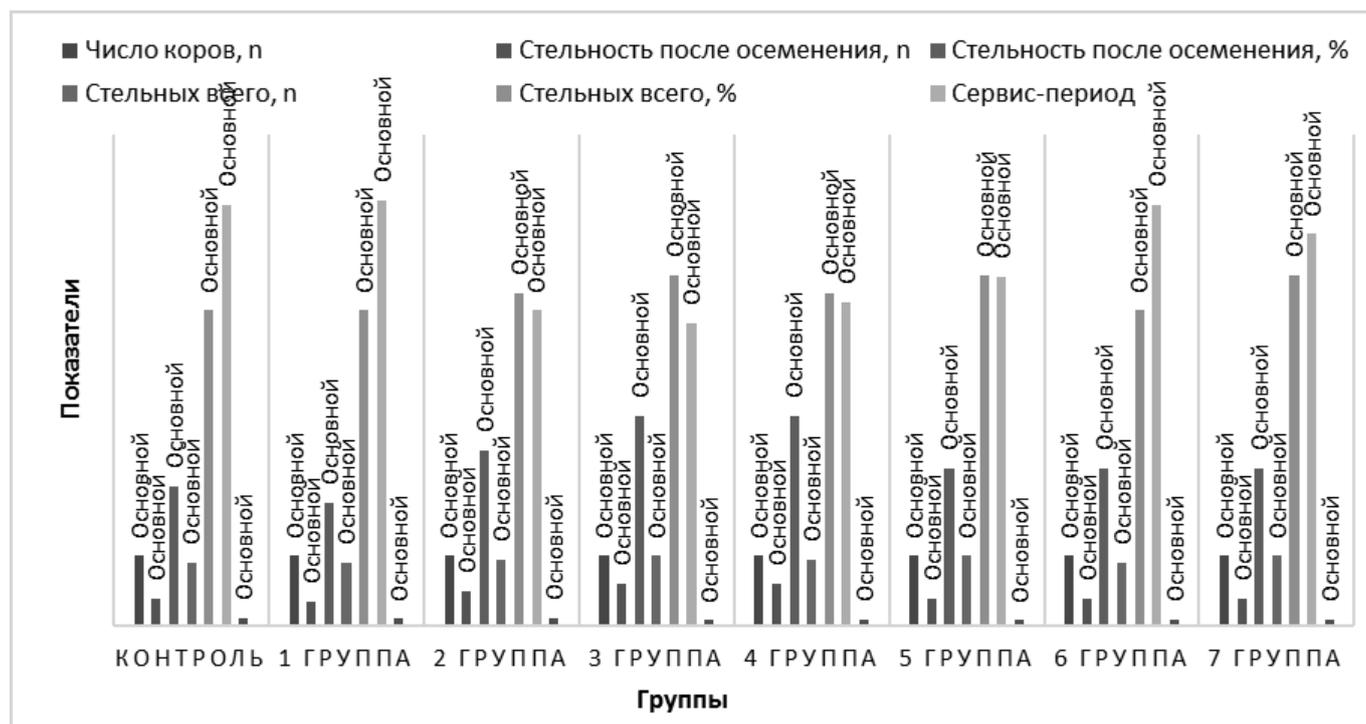


Рис. 2. Зависимость оплодотворяемости коров от сроков инъекции лютеостабила

минимального уровня когда могла бы наступить гибель эмбриона, только начавшего свое развитие.

Во второй серии экспериментов была подтверждена способность антипростагланлина, улучшать показатели воспроизводства коров, искусственно осемененных в спонтанной охоте, за счет профилактики ранней гибели зародышей.

Максимальная оплодотворяемость животных была достигнута при инъекции лютеостабила по истечении шести и семи дней после осеменения.

Так плодотворность осеменения коров при этом колебалась от 90 до 100% (табл. 1; рис. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Анзоров В. А. Использование лютеостабила для снижения эмбриональной смертности у коров / В. А. Анзоров // Вестник Чеченского государственного университета. — Грозный, 2011. — С. 140–144.
2. Харламов Е. Ю. Роль биологически активных препаратов в снижении пренатальных потерь у коров / Е. Ю. Харламов, А. М. Чомаев, М. Сануси // Тезисы докладов ВНИИБиП с.-х. животных. — Боровск, 2000. — С. 363.
3. Чомаев А. М. Влияние лютеостабила на эмбриональную смертность у коров / А. М. Чомаев, Ю. Д. Клинский, Ю. Е. Харламов // Тезисы докладов. — Дубровицы, 1997. — С. 47–48.
4. A report of the scientific studies committee of the surgical infection society / I. S. Solomkin [et al.] // Arch. Surg., 1987. — V. 122. — № 2. — P. 158–164.
5. Hansel W. New concepts of the control of corpus luteum function / W. Hansel, J. P. Dowd // J. Reprod. Fertil. — 1986. — V. 78. — P. 755–768.
6. Steroidhormonkonzentrationen in der Follikelflüssigkeit des rinderovars während der Follikeletnwicklung / M. Gotze [et al.] // Arch. Txp. Veterinarmed. — 1988. — V. 42. — № 5. — S. 702–713.

© Анзоров Ваха Асхадович (vaha-anzorov@mail.ru), Морьякина Светлана Васильевна (s.moriakina@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Чеченский государственный университет

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ЧИСЛА ТРОМБОЦИТОВ, ТРОМБОЦИТАРНЫХ ИНДЕКСОВ И СОЭ У СТУДЕНТОВ ДО И ПОСЛЕ СДАЧИ ЭКЗАМЕНА

DYNAMICS OF CHANGES OF NUMBER OF PLATELETS, TROMBOTSITARNY INDEXES AND SOE AT STUDENTS BEFORE PASSING AN EXAMINATION

*S. Moryakina
V. Anzorov*

Summary. The purpose of our researches consisted in studying of change of number of platelets, the trombositarnykh of indexes and SOE at students before passing an examination on the basis of indicators of the hematologic analyzer and SOE-meter. The received results confirms close connection of a psychoemotional stress at healthy students with changes in the system of a hemostasis. Sexual differences were noted from number of platelets (PLT) and % of a ratio of width of distribution of a platelet (PDW). After the examination at girls these indicators tended to decrease, and at young men — to increase. During the conducted researches, decrease in size of the trombositokrit (PCT) and average volume of platelets (MPV) both at girls, and at young men, after the examination in comparison with the control registered prior to the examination was also established. Stable increase in speed of subsidence of erythrocytes in both groups of students after examination influence was also recorded.

Keywords: heterosexual students, concentration of platelets, trombositarny indexes, speed of subsidence of erythrocytes, emotional stress.

Морякина Светлана Васильевна

*К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Чеченский
государственный университет»*

Г. Грозный

s.moriakina@yandex.ru

Анзоров Ваха Асхадович

*Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Чеченский
государственный университет», г. Грозный*

vaha-anzorov@mail.ru

Аннотация. Цель наших исследований заключалась в изучении изменения числа тромбоцитов, тромбоцитарных индексов и СОЭ у студентов до и после сдачи экзамена на основе показателей гематологического анализатора и СОЭ-метра. Полученные результаты свидетельствует о тесной связи психоэмоционального стресса у здоровых студентов с изменениями в системе гемостаза. Половые отличия были отмечены со стороны числа тромбоцитов (PLT) и % соотношения ширины распределения тромбоцита (PDW). После экзамена у девушек эти показатели имели тенденцию к понижению, а у юношей — к повышению. В ходе проведенных исследований, было также установлено снижение величины тромбоцитокрита (PCT) и среднего объема тромбоцитов (MPV) как у девушек, так и у юношей, после экзамена по сравнению с контролем, зарегистрированным до начала экзамена. Было также зафиксировано стабильное повышение скорости оседания эритроцитов в обеих группах студентов после экзаменационного воздействия.

Ключевые слова: разнополые студенты, концентрация тромбоцитов, тромбоцитарные индексы, скорость оседания эритроцитов, эмоциональный стресс.

В многочисленных исследованиях показано, что экзаменационный стресс — одна из возможных причин ухудшения нервно-психического здоровья студентов в высших учебных учреждениях.

Известно, что наиболее подвержены стрессу студенты с ослабленным здоровьем, а особенно страдающие хроническими заболеваниями, либо имеющие отклонения от нормы в нервном и психическом плане [1].

Проведенные в последние годы исследования показали, что страх перед экзаменами затрагивает все системы организма человека: нервную, сердечно-сосудистую, иммунную, систему крови и др. [3].

В связи с этим можно сказать, что изучение экзаменационного стресса важно еще и ввиду возможности использования его как клинической модели патогенеза начальных этапов общего адаптационного синдрома [4, 10].

Состояние тромбоцитов, тромбоцитарных индексов и СОЭ при воздействии экзаменационного стресса мы изучали путем исследования расширенного анализа крови, который позволяет получить представление об объеме соотношении тромбоцитов и жидкой части крови (тромбоцитокрите), содержании отдельных видов форменных элементов крови (в частности, тромбоцитов), основных характеристиках тромбоцитов (тромбоцитарные индексы) и скорости оседания эритроцитов (СОЭ).

В более ранних публикациях мы уже затрагивали тему воздействия экзаменационного стресса на систему крови студентов [5].

Материал и методика исследований

В исследовании принимали участие студенты Агротехнологического института Чеченского государственного университета. В эксперименте участвовали 6 девушек и 5 юношей первого курса очного отделения, обучающихся по специальности «Ветеринария», которые находились в состоянии экзаменационного напряжения. Возраст студентов составлял 18–20 лет.

Изучались следующие показатели периферической крови: число тромбоцитов, тромбоцитокрит, средний объем тромбоцита, ширина распределения тромбоцита, скорость оседания эритроцитов.

Материал был собран в клиничко-диагностической лаборатории центра коллективного пользования научным и испытательным оборудованием (ЦКП) Чеченского государственного университета с декабря 2017 по январь 2018 года.

Все обследованные были разделены на 2 группы в зависимости от половой принадлежности. Взятие крови проводилось за 15 минут до экзамена и сразу после экзаменационного стресса.

Исследование клинического анализа крови проводилось с помощью автоматического гематологического анализатора МЕК-7222J и СОЭ-метра Панченкова.

Полученные данные были статистически обработаны с помощью компьютерной программы «Excel 2016»

Результаты исследований и их обсуждение

Среднее содержание тромбоцитов в крови у девушек-первокурсниц до экзамена равно 338,20 тыс. в мкл крови, а после сдачи экзамена не достоверно понизилось до 307,40 тыс. в мкл крови, что составляет 9,11%.

Содержание тромбоцитов в крови у юношей, в отличие от девушек, после стресс-реакции не значительно повысилось на 2,37%. Разница в содержании тромбоцитов до и после экзамена статистически не достоверна (табл.).

Падение числа тромбоцитов в крови является отклонением от типовой реакции на стресс, так как в норме должно отмечаться повышение уровня тромбоцитов.

В наших исследованиях такие изменения характерны для девушек.

По мнению ряда авторов, снижение величины тромбоцитов в циркулирующей крови у девушек после экзамена сигнализирует о стимуляции тромбоцитопоеза и увеличении в крови незрелых тромбоцитов. Известно, что понижение уровня тромбоцитов может привести к риску развития кровотечений. Поэтому причиной усиления тромбоцитопоеза может быть увеличение расхода тромбоцитов при тромбообразовании с целью предупреждения возможных капиллярных кровотечений. Такие кровотечения могут возникнуть в связи с повышенным артериальным давлением, вызванным экзаменационным напряжением [8]. Реакция усиления тромбоцитопоеза является приспособительной, с точки зрения адаптации к экстремальным условиям [7]. Такие изменения носят позитивный характер [9].

У юношей со стороны тромбоцитов, экзаменационный стресс вызвал их повышение, что является типичной реакцией на стрессорные воздействия. Во время стресса запускается цепная реакция. Возбуждается гипоталамус, который заставляет гипофиз выделять в кровь большую порцию адренокортикотропного гормона (АКТГ), под влиянием которого мозговой слой надпочечников выделяет гормон адреналин и другие физиологически активные вещества (гормоны стресса), попадающие в кровоток. Адреналин увеличивает количество тромбоцитов путем извлечения их из селезенки, где они хранятся в качестве депо — в норме 20% от общего количества тромбоцитов.

Из представленных данных также видно, что содержание тромбоцитов в крови юношей-студентов как до, так и после сдачи экзамена находится в пределах нормы (норма: 200–400 тысяч Ед/мкл).

Однако у девушек-студенток, отмечено некоторое повышение уровня тромбоцитов относительно физиологической нормы до начала экзамена (норма: 180–320 тысяч Ед/мкл).

Динамика изменений среднего уровня тромбоцитокрита у студентов обоего пола была однотипной. Наибольший показатель был отмечен до начала экзамена, а после экзаменационного стресса отмечалось понижение тромбоцитокрита на 10,0% (девушки) и на 1,2% (юноши). Разница по изменению РСТ до и после экзамена статистически не достоверна (табл.).

Однако эти показатели не выходили за пределы физиологической нормы. Это физиологические колебания количества тромбоцитов, вызванные стрессовой реакцией (норма от 0,108 до 0,282%).

Таблица 1. Изменение содержания лейкоцитов и лейкоцитарной формулы у студентов до и после сдачи экзамена

Показатели	Группа			
	Девушки		Юноши	
	До экзамена	После экзамена	До экзамена	После экзамена
	n = 6		n = 5	
Число тромбоцитов (PLT), 10 ⁹ /л	338,20±39,379	307,40±22,667	270,00±59,678	276,40±48,402
Тромбоцитокрит (PCT),%	0,20 ± 0,030	0,18 ± 0,029	0,174 ± 0,030	0,172 ± 0,031
Средний объем тромбоцита (MPV), фл	6,06 ± 0,691	5,84 ± 0,666	6,44 ± 0,658	6,28 ± 0,915
Ширина распределения тромбоцита (PDW),%	17,54 ± 0,573	17,20 ± 0,604	17,74 ± 0,089	17,80 ± 0,604
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/ч	6,60 ± 3,050	8,20 ± 2,588*	5,00 ± 1,581	6,80 ± 1,483

Примечание: достоверность различий между показателями студентов до и после экзамена: * — P < 0,05

Тромбоцитокрит характеризует процентное содержание тромбоцитарной массы в объеме цельной крови и информирует о недопустимом снижении или повышении тромбоцитов. Тромбоцитокрит определяется с целью оценить степень риска возникновения кровотечений и/или тромбозов, а это, как известно, уже угроза для жизни и здоровья человека.

У студенток-первокурсниц в условиях экзаменационного стресса на фоне снижения абсолютного количества тромбоцитов (PLT) наблюдается понижение их среднего объема (MPV) по сравнению с группой контроля на 3,64% (табл.).

Уменьшение MPV отмечено также и у юношей на 5,43% [2]. В сопоставлении с нормативными величинами (норма 7–10 фл), нами было отмечено пониженное значение MPV во всех группах как до, так и после воздействия стрессового фактора. MPV указывает на полноценность клеток, то есть на сколько в среднем объеме отдельно взятой клетки соответствует статистической норме. Обычно молодые клетки более крупные в объемах, подвижные, стареющие же клетки имеют незначительные размеры, малоподвижны. Соответственно, это свидетельствует о преобладании в крови у студентов более зрелых мелких клеток.

Нам известно, что преобладающее количество тромбоцитов в крови должно быть в зрелом виде. Именно в этой стадии плоские кровяные клетки способны справляться со своим главным предназначением — влиять на свертываемость крови.

Допустимое колебание численности зрелых тромбоцитов, как в сторону увеличения, так и уменьшения,

составляет 10%, что согласуется с полученными нами результатами анализов.

Процентное содержание PDW у студенток после психоэмоционального стресса незначительно понизилось на 1,94%.

У юношей реакция на стресс PDW носила противоположный эффект. У них было отмечено увеличение этого показателя на 0,33%. Достоверность данных статистически не подтверждается (табл.).

Однако, следует заметить, что у всех студентов значения PDW не значительно превышают верхнюю отметку нормативных показателей (норма от 15 до 17%).

Этот показатель находится в обратной зависимости от числа тромбоцитов и их периода жизни. Так, увеличение PDW с одновременным снижением MPV свидетельствует о преобладании микротромбоцитов среди общей популяции тромбоцитов (указывает на угнетение тромбоцитопоэза), что характерно для юношей. У девушек такой зависимости мы не обнаружили.

Важным физиологическим показателем состояния организма студентов является СОЭ. Все полученные показатели СОЭ укладываются в пределы физиологической нормы (норма: до 10 мм/ч для мужчин и до 15 мм/ч для женщин).

Среднестатистическое значение СОЭ после экзамена у первокурсниц повысилось и составило 8,2 мм/час (24,2%), против контрольной величины 6,6 мм/час. У юношей было установлено более существенное повышение СОЭ после экзамена на 36%. Вероятно, причиной

ускорения СОЭ является увеличение концентрации фибриногена в плазме крови, что является прямой реакцией на стресс.

СОЭ — это величина, указывающая на возможное наличие воспалительных процессов в организме. Но в наших исследованиях все среднестатистические изменения СОЭ у девушек и юношей соответствовали физиологической норме, а индивидуальные изменения мы не рассматривали.

Из литературы известно, что у женщин детородного возраста величина СОЭ несколько больше, а количество эритроцитов меньше, чем у мужчин, что обусловлено влиянием женских половых гормонов [6], что подтверждается нашими исследованиями.

Заключение

В ходе проведенных исследований, было установлено, что со стороны числа тромбоцитов (PLT) и % соотношения ширины распределения тромбоцита (PDW), у девушек

наблюдалось понижение этих показателей в после экзаменационный период, в отличие от юношей, у которых значения PLT и PDW имели тенденцию к незначительному повышению. В норме после стрессовой реакции должно отмечаться повышение уровня тромбоцитов. В наших исследованиях такие изменения характерны для юношей. Снижение величины тромбоцитов в циркулирующей крови у девушек после экзамена сигнализирует о стимуляции тромбоцитопоэза и увеличении в крови незрелых тромбоцитов с целью усиления тромбообразования для предупреждения возможных капиллярных кровотечений. Со стороны таких показателей, как тромбоцитокрит (PCT) и средний объем тромбоцита (MPV) было зафиксировано снижение их величины во всех группах студентов, не зависимо от половой принадлежности по сравнению с контролем, зарегистрированным до начала экзамена. Нами было также отмечено стабильное повышение скорости оседания эритроцитов в обеих группах студентов после экзаменационного воздействия. Причем у юношей увеличение СОЭ было более выраженным. Вероятно, причиной ускорения СОЭ является увеличение концентрации фибриногена в плазме крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н. А. Адаптационная и этническая физиология, восстановительная медицина: качество жизни и здоровье человека. Избранные главы фундаментальной и трансляционной медицины / Н. А. Агаджанян, В. Г. Двоеносов. — Изд. Казанского ун-та, 2014. — С. 202–243.
2. Аниховская И. А. Кишечный эндотоксин как универсальный фактор адаптации и патогенеза общего адаптационного синдрома / И. А. Аниховская [и др.] // Физиология человека. — 2006. — 32(2). — С. 87–91.
3. Гасасаева Р. М. Изменение состояния мембран эритроцитов у студентов, переживающих экзаменационный стресс / Р. М. Гасасаева, А. А. Каяева, З. Г. Эсдулаева // Успехи современного естествознания. — 2014. — № 8. — С. 15–17; URL: <https://natural-sciences.ru/article/view?id=33973>
4. Ложкин А. П. Влияние психоэмоционального напряжения на циркуляцию клеток белой крови и тромбодинамику у здоровых добровольцев / А. П. Ложкин [и др.]. — Каз. мед. журн., 2013. — 94(5). — С. 718–722.
5. Морякина С. В. Влияние экзаменационного стресса на концентрацию гемоглобина, эритроцитов и эритроцитарных индексов у разнополых студентов / С. В. Морякина, В. А. Анзоров // Глобальный научный потенциал. — Издательство: Межрегиональная общественная организация «Фонд развития науки и культуры». — Санкт-Петербург, 2018. — № 12 (93). — С. 94–98.
6. Мурадеева Г. В. Основы лабораторной диагностики: учебно-методическое пособие / Г. В. Мурадеева, С. С. Серова, С. В. Шандрагулина. — Архангельск, 2008. — С. 16–17.
7. Davydov D.M., Zhdanov R. I., Dvoenosov V. G., Kravtsova O. A., Voronina E.N, Filipenko M. L. Resilience to orthostasis and haemorrhage: A pilot study of common genetic and conditioning mechanisms. *Sci. Reports Nature PG.* 2015.5, article number: 10703 doi:10.1038/srep10703.
8. Deuschle M. Effect of mental and physical stress on platelet activation markers in depressed patients and healthy subjects: a pilot study. *Psychiatry Res.* — 2004. 127 (1–2): 55–64.
9. Kupriyanov R.V., Zhdanov R. I. The eustress concept: problems and outlooks. *World J. Med. Sciences.* 2014. 11(2): 179–185.
10. Nomoto Y. Effects of hydrocortisone and adrenaline on natural killer cell activity / Y. Nomoto, S. Karasawa, K. Uehara // *Br J Anaesth* — 1994. — Vol. 73 (3). — P. 318–321.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АУДИТОРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Селезнева Алина Александровна
Российский университет транспорта
alina.selezneva.96@mail.ru

THE FEASIBILITY OF THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL AUDIT ORGANIZATION RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL ACTIVITIES OF THE ENTERPRISE

A. Seleznyova

Summary. Currently, more attention is paid to the processes associated with the audit. Aim: in the present article, an analysis of the topical issue of the feasibility of an audit organization developing recommendations for improving the environmental activities of an enterprise has been carried out. Task: To study the issue of the relevance of developing recommendations for improving environmental protection activities from both environmental audit organizations and the enterprise itself. Hypothesis: recommendations on the results of an environmental audit. However, there appears to be greater potential for developing quality requirements with regard to results and available technologies. Research methodology: in order to achieve the goals, an analysis of the scientific literature on a given problem was made, as well as the study of practical domestic experience, which revealed that the development of recommendations for improving environmental protection by environmental auditors could be considered a reasonable and cost-effective procedure.

Keywords: audit organization, environmental activities, expediency, information, ecology, system .

Аннотация. В настоящее время все большее внимание уделяется процессам, связанным с аудитом. Цель: в представленной статье проведен анализ актуального вопроса целесообразности разработки аудиторской организацией рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности предприятия. Задача: Изучить вопрос актуальности разработки рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности как со стороны экоаудиторских организаций, так и со стороны самого предприятия. Гипотеза: Рекомендации по результатам проведенного экологического аудита как правило, разрабатывает персонал, отвечающий за экологию на производстве. Однако в экологических аудиторских организациях, как правило, имеется больший потенциал для разработки качественных рекомендаций с учетом показателей прибыли и доступных технологий. Методология исследования: для достижения поставленных целей был произведен анализ научной литературы по заданной проблеме, а также изучение практического отечественного опыта, в результате чего выявлено, что разработка рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности специалистами экологических аудиторских организаций может считаться целесообразной и экономически выгодной процедурой.

Ключевые слова: аудиторская организация, природоохранная деятельность, целесообразность, информация, экология, система.

Промышленные предприятия, связанные с деятельностью воздействия на окружающую среду, для повышения эколого-экономической эффективности прибегают к проведению экологических аудиторских проверок.

Цель привлечения специалистов аудиторской организации сводится к системному оцениванию факторов производства, влияющих на окружающую среду. В соответствии с результатами проверки специалистами готовится детализированный отчет, куда включается информация с описанием технико-технологической основы производства и возможности ее изменения с целью минимизации негативного воздействия на окружающую

среду и повышения экономической эффективности деятельности предприятия [1].

Целесообразность разработки специалистами аудиторской организации рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности обусловлена возможностью выработки индивидуальной модели действий, направленных на снижение воздействия процессов производства на экологию.

Важно понимать, что выработанные рекомендации при их практическом использовании дают не только экологический эффект, они позволяют повысить стоимость предприятия, его инвестиционную привлекатель-

ность. Однако, специалисты предприятия, желающего получить сертификат о соответствии международным стандартам в области экологии, возможно, могут предложить более эффективную и подробную программу, направленную на снижение негативных факторов в связи с тем, что максимально ознакомлены с технологией производства и ресурсными возможностями предприятия.

Традиционная оценка эколого-экономической эффективности предприятия проводится с учетом специфики производства и экологических факторов для конкретного региона работы.

Рекомендации, выработанные специалистами, носят индивидуальный характер, то есть, опираются на показатели экономической деятельности конкретного предприятия, на возможность внедрения технологий экологичного производства с учетом сбалансированности показателей прибыльности и совокупных издержек [2].

Другими словами, целесообразность разработки рекомендаций специалистами аудиторской организации обусловлена увеличением объемов производства и прибыли при внедрении технологий с высокими показателями экологичности и возможностью окупаемости через традиционное ведение производства.

Как правило, при разработке рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности специалистами аудиторских компаний используется системный подход. Это позволяет проанализировать уже существующие изменения в технологической основе производства, предложить новые рекомендации для оптимизации деятельности [3].

Упор в рекомендациях на совершенствование природоохранной деятельности делается на изменение технико-технологической основы производства в пользу повышения его экологичности.

К примеру, специалистами аудиторской компании могут быть выработаны рекомендации по модернизации технологий очистки сточных вод и снижения количества выбросов в атмосферу. Это позволяет в целом снизить уровень воздействия на окружающую среду, добиться улучшения экологической ситуации на территории предприятия.

С другой стороны, персонал предприятия, отвечающий за экологию на производстве должен самостоятельно анализировать состояние очистных сооружений и технологий производства, своевременно оповещая руководство о возможности или же необходимости их модернизации.

Например, специалистами предприятия ПАО «Кокс», входящего в промышленно-металлургический холдинг, в 2000 году было разработано и установлено уникальное оборудование для очистки коксового газа от аммиака круговым фосфатным способом, что устранило потребность в закупке больших объемов серной кислоты, а также позволило ликвидировать образование отходов второго класса опасности, существенно улучшив общую экологическую обстановку города Кемерово. Сам процесс очистки круговым фосфатным способом и оборудование, необходимое для него, являются собственными уникальными разработками и запатентованы ПАО «Кокс» [4].

Рекомендации, которые могут подготовить специалисты аудиторской организации, направлены на многоэтапное изменение производственных технологий. Таким образом, в целый комплекс производственных процессов могут быть внедрены этапы экологизации производства.

Основное внимание при подготовке рекомендаций специалистами уделяется производственным процессам, оказывающим наибольшее влияние на окружающую среду. При помощи рекомендаций, подготовленных специалистами, можно внедрить на производстве изменения технологического типа.

К примеру, это может быть глубокая обработка исходного сырья с повторным использованием в процессе производства выработанных отходов. Упор при разработке рекомендаций делается на доступные технологии, построенные на инновациях.

В частности, при разработке рекомендаций, совершенствующих природоохранную деятельность, выработываются инструменты для решения технических проблем на этапе обеспечения экологической безопасности, при одновременном оценивании стоимости затрат по внедрению экологически безопасных технологий производства.

Предлагаются конкретные решения организационных проблем, оценивается экономический эффект от экологизации производственных циклов, оценивается совокупный экологический эффект по результатам внедряемых инновационных решений.

С одной стороны, предприятие-заказчик экологического аудита, оплачивая расходы на его проведение аудиторской организацией, рассчитывает в полной мере получить все оказываемые услуги, включая разработку рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности. И несмотря на то, что аудит подразумевает в первую очередь сравнение с требованиями стандар-

тов и оценку, в программу аудита все же входит разработка рекомендаций.

С другой стороны, проведенная своевременная и качественная оптимизация производства специалистами предприятия повышает шансы успешного прохождения экологического аудита и получения сертификата о соответствии экологическим стандартам в короткие сроки и без выявления нарушений, что в свою очередь избавляет аудиторскую компанию от разработки рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности.

Рекомендации для практического применения готовятся на основе проведенной аудиторской проверки.

В ее основе находятся показатели, отражающие эффективность производства и его проблемы. Акцент при экологизации производства на внесение дополнительного вклада в природоохранную деятельность позволяет разработать такую модель ведения хозяйственной деятельности, которая позволяет не причинять значительный ущерб окружающей среде, снижать негативное воздействие на природу и получать более высокий экономический эффект.

Выработка рекомендаций от специалистов аудиторской фирмы обусловлена несколькими причинами.

Во-первых, для любого предприятия важно снижать затраты на приобретение основных и вспомогательных активов, рационально использовать имеющиеся ресурсы. Рекомендации от аудиторов позволят внедрить на предприятии комплексную модель управления ресурсами с минимизацией издержек и повышением показателей прибыли от выпуска продукции [5].

Во-вторых, для совершенствования деятельности руководство предприятий заинтересовано во внесении качественных изменений в технологии и организацию производства. Выработанные рекомендации позволят решить организационные проблемы и повысить уровень технического оснащения производства, что приведет к получению экологического эффекта.

Добиться этого позволяют рекомендации, полученные по итогам проведения эколого-экономического аудита. Целесообразность разработки таких рекомендаций и их применения на практике дополнительно обусловлена тем, что экологизация производства рассматривается в конкурентной среде как фактор роста имиджа организации. Более того, выработка и следование рекомендациям позволит обеспечить соответствие производственной деятельности предприятия ужесточенным требованиям в области использования технологий и их влияния на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пахомова Н.В., Эндерс А., Рихтер К. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2013. — 544 с.
2. Манохина (в настоящее время — Еремина) И. В. Международная политика в области проблем изменения климата // Система управления экологической безопасностью: Сборник трудов заочной международной научно-практической конференции. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2017. — С. 75–79.
3. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ.
4. Информационный ресурс. Режим доступа: <http://metholding.ru/development/ecology/>
5. Сунгатуллина Р.Н., Клинова Е. А. Разработка программ аудита при циклическом подходе // Инновационное развитие экономики. 2013. N2(14). С. 58–64.

TRIFOLIUM REPENS (L.) — БИОИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОДАРА)

TRIFOLIUM REPENS (L.) — BIOINDICATOR OF ENVIRONMENTAL POLLUTION (THE EXAMPLE IS KRASNODAR)

**V. Sergeeva
A. Kresamova
Yu. Andreeva**

Summary. The paper considers *Trifolium repens* as a bioindicator of environmental pollution in the city of Krasnodar. During the processing of herbarium materials of their own collections, 11 *T. repens* hair dryers were allocated. As a result of the comparison, using variance analysis and Pearson χ^2 test, differences were found between populations of creeping clover living in different habitats. These studies have shown that *Trifolium repens* can be used as a bioindicator of environmental pollution.

Keywords: *Trifolium repens*, bioindicator, hair dryer, phenotype, morphological structure, discriminant analysis, statistically significant differences.

Сергеева Валентина Владимировна

К.б.н., Кубанский государственный университет
salvia500@yandex.ru

Кресамова Анна Александровна

Кубанский государственный университет
anya.kresamova@mail.ru

Андреева Юлия Сергеевна

К.б.н., Кубанский государственный университет
usb_work@list.ru

Аннотация. В работе рассматривается *Trifolium repens* в качестве биоиндикатора загрязнения окружающей среды г. Краснодара. В процессе обработки гербарных материалов собственных сборов было выделено 11 фенов *T. repens*. В результате проведённого сравнения с использованием дисперсионного анализа и критерия χ^2 Пирсона были обнаружены различия между популяциями клевера ползучего, обитающего в разных местообитаниях. Данные исследования показали, что *Trifolium repens* можно использовать как биоиндикатор загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: *Trifolium repens*, биоиндикатор, фен, фенотип, морфологическая структура, дискриминантный анализ, статистически значимые отличия.

Введение

В результате высокого уровня роста промышленных предприятий, использования автотранспорта, выброса и сжигания различных бытовых отходов в окружающую среду поступает большое количество токсичных веществ, канцерогенов и пестицидов, что негативно влияет на жизнь растений и животных. На данный момент трудно найти места, которые не были бы связаны с жизнедеятельностью человека. Многие растения смогли приспособиться к жизни под мощным воздействием антропогенных факторов, в связи с чем у некоторых из них появились изменения в морфотипе, что способствовало появлению новых форм. Благодаря этому, некоторые виды растений стали использовать в качестве биоиндикаторов для оценки уровня загрязнения окружающей среды [3].

При помощи фенотипических биоиндикаторов можно определить степень антропогенного воздействия на окружающую среду. Фен — это различные варианты какого-либо свойства или признака биологического

вида. Биоиндикатором антропогенного воздействия является частота встречаемости фенов разных видов растений [1].

Клевер ползучий — это полиморфный вид, обитающий в разных климатических условиях, а также в местах, связанных с деятельностью человека. В качестве фенотипического признака у клевера ползучего некоторые авторы [1, 2, 3] рассматривают полиморфизм по форме «седого» рисунка на листовой пластинке, различающегося по размеру, расположению и интенсивности проявления. Виды, обладающие широким спектром полиморфизма, который обеспечивает существование вида в разных условиях обитания и образования новых морф, могут использоваться для определения состояния окружающей среды в качестве биоиндикатора [4].

Форма седого пятна и частота его встречаемости является важным показателем загрязнения окружающей среды. Чем больше фенотипов встречается на данной территории, тем выше уровень антропогенной нагрузки на эту территорию [3].



Рис. 1. Карта-схема мест закладок учётных площадок клевера ползучего в г. Краснодаре в период 2016—2017 гг.

Примечание: ● — ул. Дзержинского 80; ● — ул. Тургенева 9б; ● — Мирный проезд 16;
 ● — ул. Западный Обход 28; ● — ул. Красных Партизан 1/10; ● — ул. Покрышкина 3;
 ● — ул. Новороссийская 246; ● — парк имени 30-летия Победы; ● — парк Солнечный Остров;
 ● — ст-ца Елизаветинская, ул. Степная 334

По результатам Росприроднадзора установлено, что уровень загрязнения в г. Краснодаре высокий. Методики определения загрязнения тяжёлыми металлами, фенолами и другими токсическими веществами весьма дорогостоящие, поэтому использование более простых и дешёвых методик биоиндикации является более актуальным.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили растения *Trifolium repens*, характеризованные комплексом морфологических признаков. Из количественных признаков были учтены длина и ширина листочков, длина черешка и стебля, диаметр соцветия; из качественных — форма листочков, расположение «седого» пятна, край листовой пластинки, окраска соцветия.

В ходе работы оценивалась связь между местообитанием и изменчивостью вышеуказанных признаков.

Изменчивость количественных признаков была исследована в дисперсионном анализе с последующим сравнением средних значений в ранговом тесте для определения, между какими конкретно местами обитания есть достоверные отличия; а изменчивость качественных признаков — при сравнении распределения частот с использованием критерия χ^2 Пирсона [5].

Все необходимые расчёты были выполнены на персональном компьютере с использованием программ Excel и STATISTICA for Windows.

Сбор материала и закладка учётных площадок проводились в г. Краснодаре в период 2016—2017 гг. (рис. 1).

Таблица 1. Морфологические признаки фенотипов *Trifolium repens* в популяциях г. Краснодара

Фенотип	Форма листочков	Основание листочков	Наличие выемки	Форма края листочков	Наличие «седого» пятна
1	2	3	4	5	6
A	Округлая	Слабо клиновидное	Неглубокая выемка вверху	Полностью мелкопильчатая	Нет
B	Округлая	Округлое	Неглубокая выемка вверху	Полностью мелкопильчатая	Узкое пятно в нижней части листа
C	Округлая	Клиновидное	Выемка вверху	Полностью мелкопильчатая	Широкое пятно в середине листа
D	Обратнойцевидная	Оттянуто клиновидное	Нет	Полностью мелкопильчатая	Широкое пятно в нижней части листа
E	Широкойцевидная	Округлое	Нет	На 2/3 мелкопильчатая	Узкое пятно в середине листа
F	Округлая	Слабо клиновидное	Глубокая выемка вверху	Полностью мелкопильчатая	Узкое пятно в середине листа
G	Ланцетная	Клиновидное	Нет	Полностью мелкопильчатая	Узкое пятно в середине листа
H	Обратнойцевидная	Оттянуто клиновидное	Выемка вверху	Нижний край листа на 1/3 мелкопильчатый	Нет
K	Яйцевидная	Округлое	Нет	Нижний край листа на 1/3 мелкопильчатый	Нет
L	Сердцевидная	Оттянуто клиновидное	Глубокая выемка вверху	Верхний край листа на 1/3 мелкопильчатый	Узкое пятно в нижней части листа
M	Широкойцевидная	Клиновидное	Глубокая выемка вверху	Нижний край листа на 1/3 мелкопильчатый	Нет

Результаты и обсуждение

В результате работы в г. Краснодаре нами было выделено 11 фенотипов клевера ползучего (табл. 1, рис. 2).

В ходе работы нами был проведён сравнительный анализ популяций *Trifolium repens* из разных мест обитания по комплексу морфологических признаков.

Для сравнения местообитаний по количественным признакам использовался однофакторный дисперсионный анализ, результаты которого представлены в рис. 3.

В результате однофакторного дисперсионного анализа было установлено, что доля от общей дисперсии

выявленных отличий варьировала от признака к признаку в пределах 31,2% (длина листочков) — 47,4% (диаметр соцветия). Влияние местообитаний на длину черешка составило 41,0%, длину стебля — 41,4%, ширину листочков — 41,6%.

Выявленные отличия между местообитаниями в ходе однофакторного дисперсионного анализа, раскрываются по результатам сравнения средних значений количественных признаков, полученных с использованием теста Тьюки (рис. 4—8).

По признаку длина листочков статистически значимые отличия были обнаружены между местообитаниями «ул. Западный обход» (самое маленькое значение признака) — «ул. Степная (ст- ца Елизаветинская)» — «парк

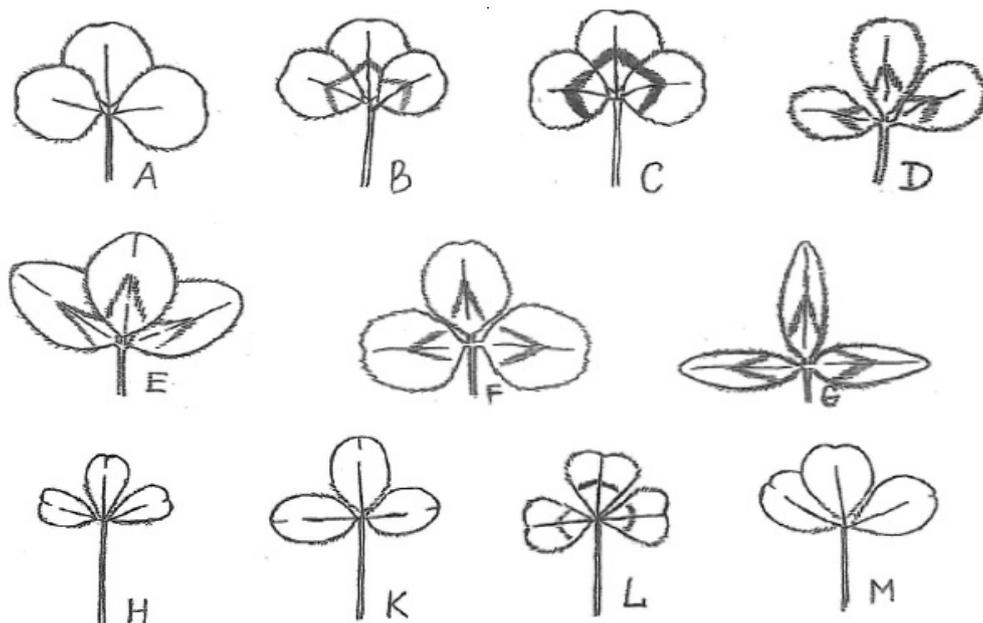


Рис. 2. Фенотипы *Trifolium repens* (A — M), выявленные автором в 2016—2017 гг.

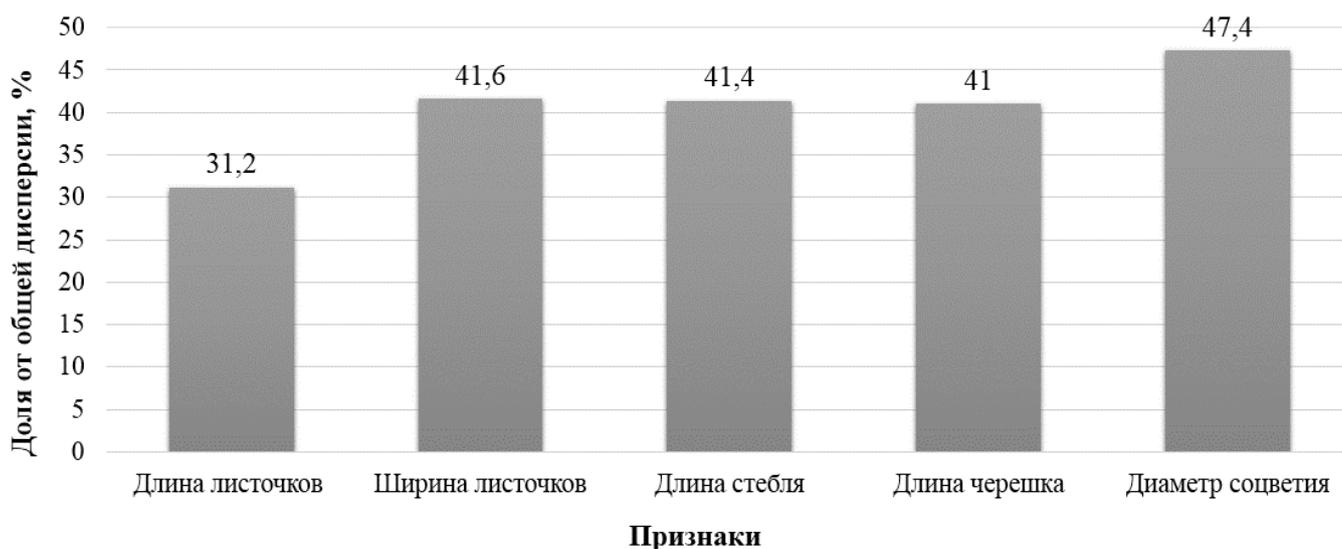


Рис. 3. Результаты однофакторного дисперсионного анализа изменчивости количественных морфологических признаков клевера ползучего в условиях различных местообитаний

Солнечный остров» и «ул. Новороссийская» — «ул. Дзержинского» (самое большое значение признака) (рис. 4).

Статистически значимые отличия по признаку ширина листочка были установлены между следующими группами местообитаний: «ул. Западный обход» (самое маленькое значение признака), «ул. Тургенева», «парк 30-летия Победы» — «ул. Степная (ст-ца Елизаветинская)», «ул. Покрышкина», «ул. Новороссийская» — «Мир-

ный проезд» и «парк Солнечный остров» — «ул. Дзержинского» (самое большое значение признака) (рис. 5).

По признаку длина стебля клевера ползучего статистически значимые отличия выявлены между местообитаниями «ул. Тургенева» (самое маленькое значение признака) — «ул. Дзержинского» — «ул. Красных партизан» и «Мирный проезд» — «ул. Покрышкина» (самое большое значение признака) (рис. 6).

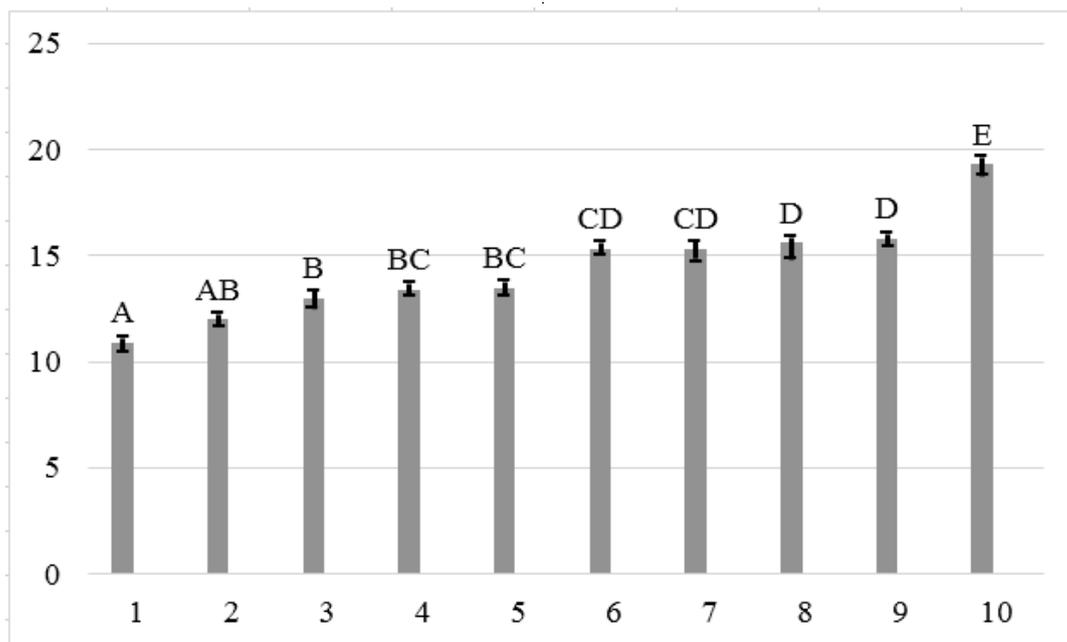


Рис. 4. Средние значения длины листочка клевера ползучего, произрастающего в разных местообитаниях

Примечание: Здесь и на последующих аналогичных рисунках 1 — ул. Западный обход; 2 — парк 30-летия Победы; 3 — ул. Степная (ст-ца Елизаветинская); 4 — ул. Тургенева; 5 — ул. Покрышкина; 6 — ул. Красных партизан; 7 — Мирный проезд; 8 — ул. Новороссийская; 9 — парк Солнечный остров; 10 — ул. Дзержинского. Средние, характеризующиеся достоверными отличиями, обозначены различными буквами (A; B; C; D; E; F). Ошибка среднего обозначается — |—|

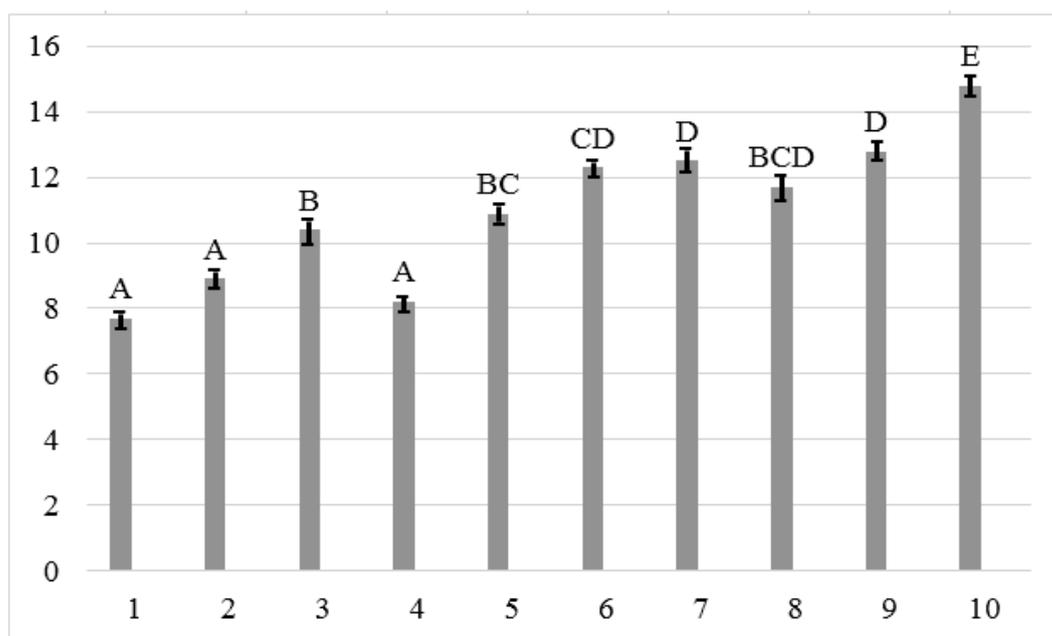


Рис. 5. Средние значения ширины листочка клевера ползучего, произрастающего в разных местообитаниях

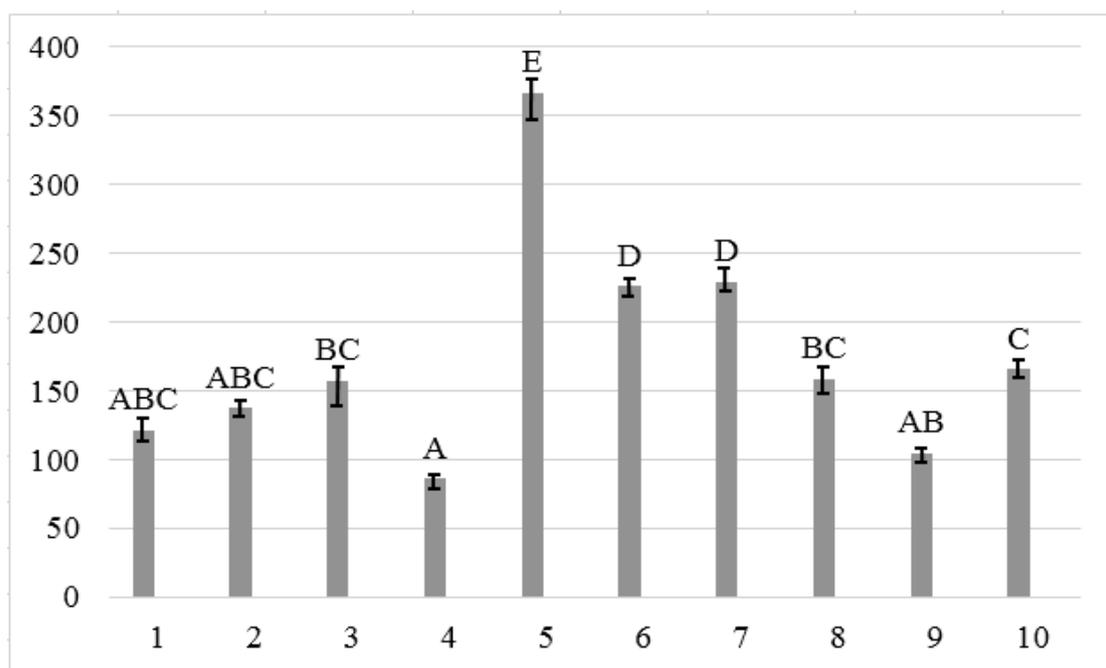


Рис. 6. Средние значения длины стебля клевера ползучего, произрастающего в разных местообитаниях

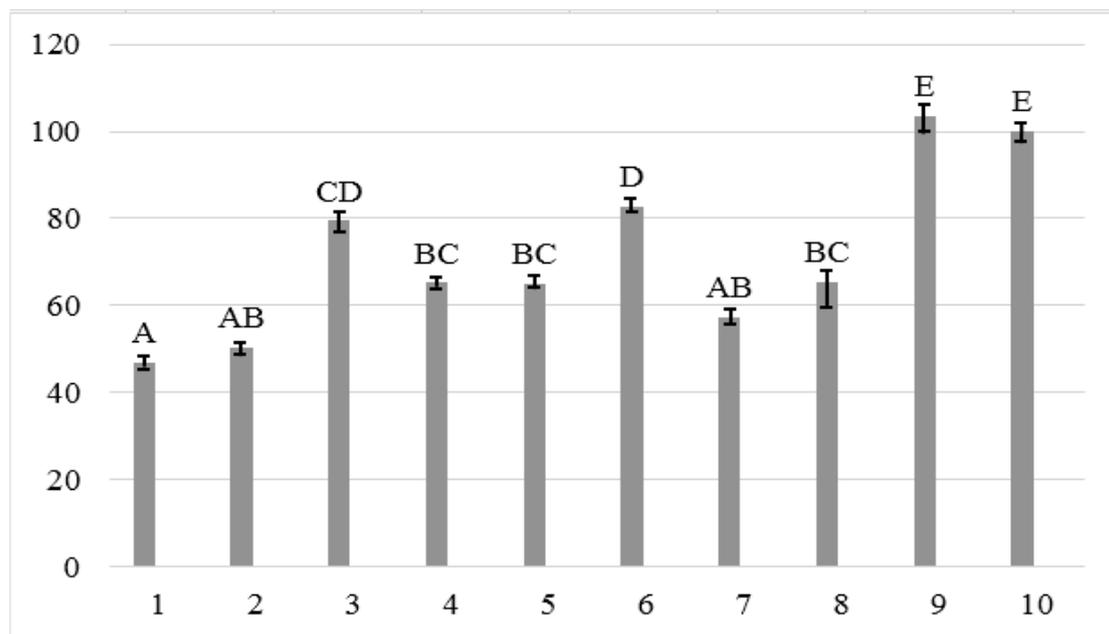


Рис. 7. Средние значения длины черешка клевера ползучего, произрастающего в разных местообитаниях

По признаку длина черешка статистически значимые отличия были установлены между местообитаниями «ул. Западный обход» (самое маленькое значение признака) — «ул. Покрышкина», «ул. Тургенева», «ул. Новороссийская» — «ул. Красных партизан» — «ул. Дзержинского»

и «парк Солнечный остров» (самое большое значение признака) (рис. 7).

Статистически значимые отличия по признаку диаметр соцветия клевера ползучего выявлены между ме-

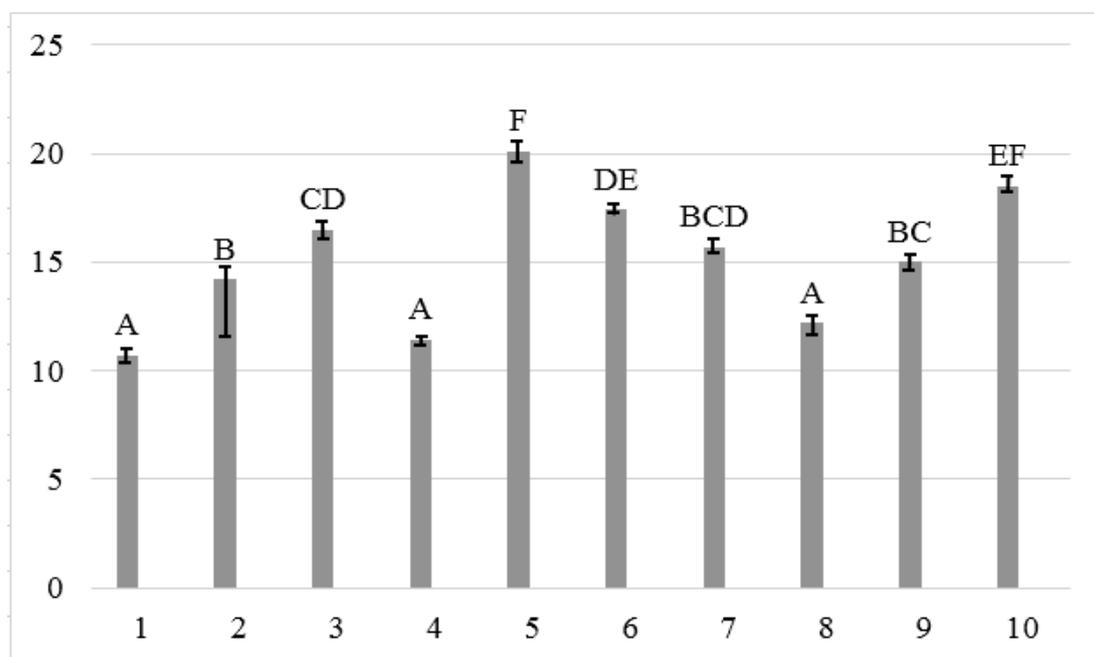


Рис. 8. Средние значения диаметра соцветия клевера ползучего, произрастающего в разных местообитаниях

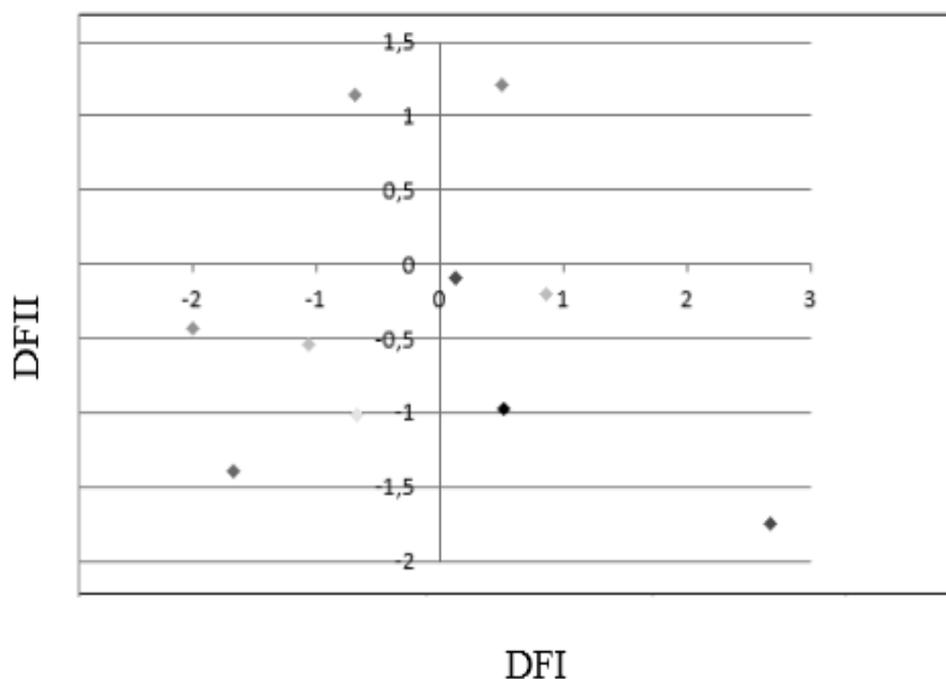


Рис. 9.— Расположение центроидов групп растений клевера ползучего, собранных в различных местообитаниях, в пространстве I и II дискриминантных функций

Примечание: ◆ — парк Солнечный остров; ◆ — ул. Красных партизан; ◆ — ул. Степная (ст-ца Елизаветинская); ◆ — ул. Держинского; ◆ — парк 30-летия победы; ◆ — ул. Западный обход; ◆ — ул. Тургенева; ◆ — ул. Новороссийская; ◆ — ул. Покрышкина; ◆ — Мирный проезд

Таблица 2. Матрица расстояний Махаланобиса между центроидами групп по местам сбора *T. repens*

Местообитание	Место 1	Место 2	Место 3	Место 4	Место 5	Место 6	Место 7	Место 8	Место 9	Место 10
Место 1		3,50	3,29	4,37	5,67	5,07	20,50	6,93	3,36	5,96
Место 2	0,00		1,80	1,92	9,17	9,18	21,42	15,19	8,04	6,06
Место 3	0,00	0,01		3,51	4,28	7,10	13,74	9,03	3,86	2,47
Место 4	0,00	0,00	0,00		10,46	7,15	26,44	12,68	11,41	6,59
Место 5	0,00	0,00	0,00	0,00		4,85	6,78	3,58	2,52	1,36
Место 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		22,54	3,72	8,68	3,56
Место 7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		17,38	9,84	10,20
Место 8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		5,90	5,46
Место 9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		5,10
Место 10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	

Примечание: Место 1 — ул. Новороссийская; место 2 — ул. Западный обход; место 3 — парк 30-летия Победы; место 4 — ул. Тургенева; место 5 — ул. Красных партизан; место 6 — парк Солнечный остров; место 7 — ул. Покрышкина; место 8 — ул. Дзержинского; место 9 — Мирный проезд; место 10 — ул. Степная (ст- ца Елизаветинская). Выше главной диагонали указан квадрат расстояний Махаланобиса между группами, ниже — уровень значимости (p-level); $12 p\text{-level} \leq 0,05$ — означает, что различия между группами статистически значимы

Таблица 3. Результаты сравнения распределений частот растений клевера ползучего, произрастающих в разных местообитаниях

Признак Значение χ^2	Фенотип	Форма края листовой пластинки	Форма листа	Расположение «седого» пятна	Окраска соцветия
χ^2 ст.	103,01 при df = 81	35,17 при df = 27	103,01 при df = 81	51,00 при df = 36	16,92 при df = 9
χ^2 эмпирический	1246,72*	589,31*	1253,52*	426,73*	216,61*

Примечание: df — число степеней свободы, χ^2 ст. — критерий Пирсона стандартный при определенном числе степеней свободы, χ^2 — критерий Пирсона эмпирический, * — достоверность различий при 5% уровне значимости

стообитаниями: «ул. Западный обход» (самое маленькое значение признака), «ул. Тургенева», «ул. Новороссийская» — «парк 30-летия Победы» и «парк Солнечный остров» — «ул. Красных партизан» — «ул. Покрышкина» (самое большое значение признака) (рис. 8).

Вопрос об использовании *Trifolium repens* как биоиндикатора загрязнения окружающей среды можно решить в рамках дискриминантного анализа. Исходные показатели дискриминантного анализа объединяет в дискриминантные функции (DF).

Результат анализа распределения групп объектов в построенном программой двумерном пространстве позволяет сделать вывод о сходстве или различии групп. На рисунке 9 показано расположение центроидов анализируемых групп растений в пространстве I и II дискриминант функций.

С помощью вычисления квадрата расстояний Махаланобиса (расстояния между центрами групп в про-

странстве DF) количественно подтверждается различие между группами растений, произрастающих в разных местах обитания (табл. 2).

По результатам данных из таблицы 2 установлено, что наиболее удалённой и, следовательно, более отличимой от других является группа растений, которая собрана на ул. Покрышкина (место 7). Близкими к этой группе оказались растения, произрастающие на ул. Красных партизан (место 5) и Мирный проезд (место 9).

Анализ влияния мест обитания на изменчивость качественных признаков осуществлялся путём сравнения распределений частот растений *T. repens*, произрастающих в разных местообитаниях и обладающих различными качественными характеристиками (табл. 3).

Результаты проведённого анализа свидетельствуют о наличии статистически значимой связи между местообитанием и качественными признаками *T. repens*. Эмпирический χ^2 Пирсона при сравнении распределе-

ний частот растений с разной формой листа составил 1253,5; с формой края листовой пластинки — 589,3; с различным расположением «седого» пятна — 426,7; с разной окраской соцветия — 216,6; разным фенотипом — 1246,7. Все полученные значения χ^2 Пирсона превышали стандартные для соответствующего числа степеней свободы, p -level для всех вышеуказанных случаев составил 0,00.

Полученные данные в ходе проведённых исследований позволяют утверждать, что *Trifolium repens* можно использовать в качестве биоиндикатора загрязнения окружающей среды.

ВЫВОДЫ

Показано достоверное отличие растений *Trifolium repens*, произрастающих в разных местообитаниях. Об этом свидетельствуют результаты теста Тьюки (сравнение средних значений признаков) и дисперсионного анализа (вклад фактора «местообитания» составил для длины листочка — 31,2%, ширины листочка — 41,6%,

длины стебля — 41,4%, длины черешка — 41,0%, диаметра соцветия — 47,3% от общей дисперсии).

Достоверность различий между всеми группами показана по результатам дискриминантного анализа: расстояние Махаланобиса между центрами групп растений *Trifolium repens*, произрастающих в разных местообитаниях, варьировало от 1,36 до 26, 44.

Распределения частот растений клевера ползучего, описываемых рядом качественных признаков, характеризовались статистически значимыми отличиями в разных местообитаниях: эмпирический χ^2 Пирсона при сравнении распределений частот расстояний с разной формой листа составил 1253,5; разным краем листочка — 589,3; с разным расположением «седого» пятна — 426,7; разным фенотипом — 1246,7; с разной окраской соцветия — 216,6, p -level во всех случаях составил 0,00.

Вышеуказанные выводы свидетельствуют о возможности использования *Trifolium repens* в качестве биоиндикатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куприянова М. Ю. Оценка городской среды методами фитоиндикации (на примере г. Чебоксары) / М. Ю. Куприянова, И. И. Семенова // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. — 2014. — № 4 (84). — С. 74—78.
2. Левицкий С. Н. Генетический полиморфизм в популяциях *Trifolium repens*, произрастающих в условиях различной антропогенной нагрузки территорий / С. Н. Левицкий // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 4. — С. 108—111.
3. Нахаева В. И. Генетический полиморфизм в популяциях *Trifolium repens*, произрастающих в различных условиях окружающей среды г. Омска / В. И. Нахаева, Т. В. Александрова, А. В. Рубцова // Успехи современного естествознания. — 2015. — № 1. — С. 49—53.
4. Экологический мониторинг / под ред. Т. Я. Ашихминой. — М.: Академический Проект, 2008. — 416 с.
5. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. — М.: Бином, 2009. — 528 с.

© Сергеева Валентина Владимировна (salvia500@yandex.ru),

Кресамова Анна Александровна (anya.kresamova@mail.ru), Андреева Юлия Сергеевна (usb_work@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНОСТЬЮ РАБОЧЕГО МЕСТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В ДИНАМИЧЕСКОМ ТРЕНАЖЕРЕ ОСВОЕНИЯ ПЛАНИРУЮЩЕЙ ПАРАШЮТНОЙ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

THE SYSTEM OF PARATROOPER WORKING PLACE MOBILITY CONTROL IN DYNAMIC SIMULATOR OF GLIDING PARACHUTE SYSTEM FOR SPECIAL PURPOSES MASTERING

V. Abanin
S. Kutovoy
A. Kontsevov

Summary. The problems of paratrooper working place mobility control in dynamic simulator of gliding parachute system for special purposes are considered. The means of mathematical support of paratrooper working place mobility control system in dynamic simulator is given.

Keywords: mobility control, dynamic simulator, gliding parachute system, paratrooper working place.

Абанин Владислав Сергеевич

К.т.н., Рязанское гвардейское высшее
Воздушно-десантное командное училище
vlad-ac@mail.ru

Кутовой Сергей Степанович

Д.т.н., профессор, Рязанское гвардейское высшее
воздушно-десантное командное училище
kutovoys@mail.ru

Концевой Анатолий Георгиевич

Доцент, Военная академия генерального штаба МО
РФ
vagsh@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемные вопросы при разработке подвижности рабочего места обучающегося (РМО) для динамического тренажера освоения планирующей парашютной системы специального назначения. Предложен путь математического обеспечения системы управления положением РМО в динамическом тренажере.

Ключевые слова: управление подвижностью, динамический тренажер, планирующая парашютная система, рабочее место обучающегося.

Введение

В существующих условиях научно-технического прогресса подходы к разработке систем управления подвижностью различных моделирующих комплексов, используемых в учебно-тренировочных средствах (УТС), достаточно хорошо изучены. Сформированные научные подходы для моделирования движения обучающихся в рабочем поле УТС позволили реализовать динамическое сопровождение обучению при подготовке летчиков, водителей наземных транспортных средств, космонавтов и ряда других операторов человеко-машинных систем. Однако, вопросы моделирования движения парашютиста в ходе прыжка изучены недостаточно, а используемые УТС при освоении обучаемыми планирующих парашютных систем специального назначения (ППС СН) способствуют их не адекватному формированию моторных и зрительных образов.

В Рязанском гвардейском высшем воздушно-десантном командном училище (РВВДКУ) уже более 5 лет проводится комплексная работа по разработке и созданию динамического тренажера освоения планирующей парашютной системы специального назначения. Обосно-

ван технический облик тренажера [1], изучена операторская деятельность парашютиста по управлению ППС СН [2, 3, 4]. В настоящее время активно ведутся работы по моделированию управляемого снижения ППС в конструктиве динамического тренажера. При этом вопросы управления подвижностью рабочего места обучающегося (РМО) остаются актуальными и не решенными в полном объеме.

Система управления подвижностью рабочего места обучающегося

Для создания системы управления подвижностью РМО применительно к динамическому тренажеру освоения ППС СН за основу могут быть приняты различные модели планирующих парашютных систем, разработанные учеными из Центрального аэрогидродинамического института имени профессора Н.Е. Жуковского (А.А. Шиллов, В.А. Каримов, А.Г. Бюшгенс [5,6,7]). В этих работах представленные аэродинамические модели позволяют математически вычислять характеристики управляемого движения купола-крыла. Для более существенной проверки этих моделей на адекватность не хватает требуемого количества экспериментов в ходе реальных

Таблица 1. Характеристика планирующей парашютной системы «Арбалет-2»

Параметр	Ед. измерения	Значение, около	Примечание
Максимальная полетная масса парашютиста с грузом	кг	140	
Время разворота в любую сторону на 360°(при полетной массе в 100кг), не более	с	7	При втягивании одной из строп управления на длину руки
Горизонтальная скорость перемещения (при полетной массе в 100кг), не менее	м/с	11,5	При полностью опущенных стропах управления
Горизонтальная скорость перемещения (при полетной массе в 100кг), не более	м/с	4,5	При среднем режиме затягивания строп управления (на уровне ключиц)
Горизонтальная скорость перемещения (при полетной массе в 100кг)	м/с	снижается до 0	При полностью затянутых стропах (через 2 с после окончания втягивания)
Временные показатели для набора скорости от 0 до 5 м/с (при полетной массе в 100кг)	с	2–3	Стропы из затянутого положения до среднего положения
Вертикальная скорость перемещения (при полетной массе в 100кг)	м/с	1–5	Эта величина скорости будет использоваться при приземлении
Величина перемещения строп управления		Длина рук	Выбирается оператором ППС от требуемой горизонтальной скорости движения
Величина усилия для выдергивания звеньев ручного раскрытия основного или запасного парашютов, не более	кН	167	
Величина усилия, требуемого для управления стропами управления и свободными концами	Не определена инструкцией		

прыжков в различных метеоусловиях. Тут и возникают определенные сложности. При отсутствии верификационных исследований и корректировки моделей пилотирования ППС, при условии их реализации в системах управления моделирующих устройств (например, в системах подвижности РМО и визуализации) формируются неадекватные зрительные и моторные образы действий у парашютистов при освоении навыков управления.

Научные изыскания нашей военно-научной школы позволили создать устройство для регистрации полетной информации парашютиста [8]. Получив такой инструмент и приступив к регистрации многочисленных процессов управляемого снижения военнослужащих на парашютах типа крыло, мы разработали свой подход к переносу аэродинамических характеристик ППС в систему управления подвижностью РМО создаваемого динамического тренажера.

В ходе этой работы рассматривались особенности управления ППС. Парашютист (П), находясь в системе «П — ППС — Среда», может управлять аэродинамическими характеристиками «крыла» с помощью двух строп управления, четырех свободных концов подвесной системы, двух лент-притягов (система триммирования).

При натяжении левой или правой стропы управления происходит разворот системы соответственно влево или вправо. Скорость разворота зависит от интенсивности и величины натяжения (выбора) строп управления. При натяжении обеих строп управления происходит торможение горизонтальной скорости перемещения (планирования). Основные характеристики управления ППС приведены в таблице 1 [9].

При натяжении задних левого или правого свободных концов происходит разворот соответственно влево или вправо с торможением, при натяжении передних левого или правого свободных концов происходит разворот соответственно влево или вправо с набором скорости и большей потерей высоты. После наполнения купола и расчеховки строп управления, ППС имеет постоянную горизонтальную составляющую скорости планирования. Увеличение скорости горизонтального планирования можно получить путем натяжения передних свободных концов.

Учитывая важность правильного выявления первичных факторов в системе «П–ППС–Среда», влияющих на последующие изменения режимов движения ППС разработана принципиальная схема (рис. 1). Для

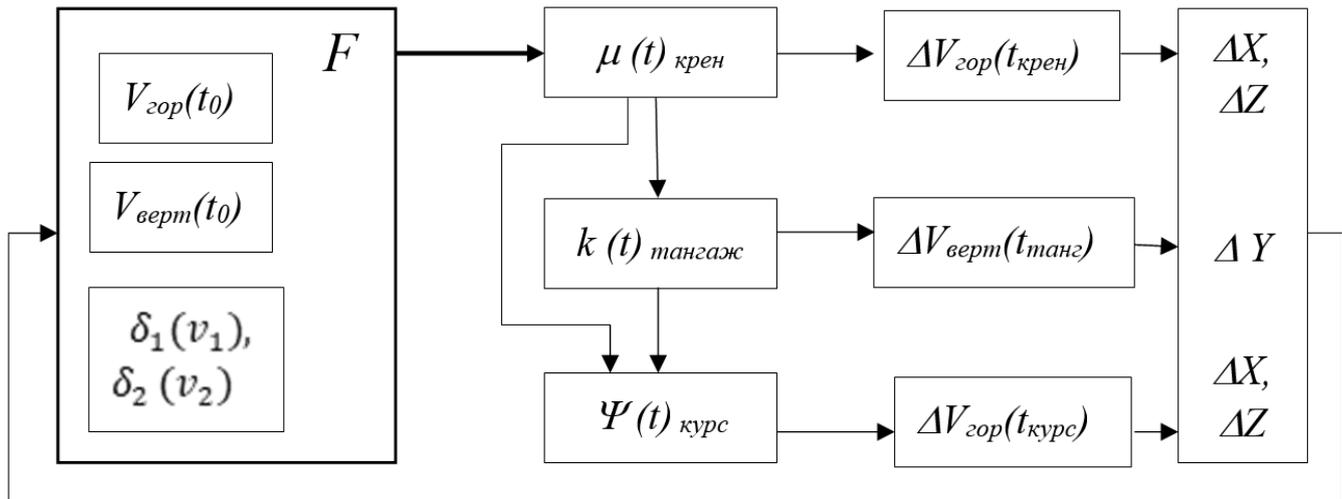


Рис. 1. Схема факторов в системе «П–ППС–Среда» при воздействии на стропы управления

$V_{zop}(t_0), V_{vert}(t_0)$ — горизонтальная и вертикальная составляющие скорости движения системы к моменту времени t_0 (t_0 — время начала изменения величин втягивания строп управления), $\delta_1(v_1), \delta_2(v_2), v_1$ — скорость втягивания левой стропы, v_2 — скорость втягивания правой стропы, $\Delta V_{zop}(t_{крен})$ — изменение скорости в горизонтальной плоскости за время крена; $\Delta V_{vert}(t_{танг})$ — изменение скорости в вертикальной плоскости за время тангажа; $\Delta V_{zop}(t_{курс})$ — изменение скорости в горизонтальной плоскости за время курса; ΔX — изменение координаты системы в проекции на ось OX (первая ось, образующая совместно с осью Z плоскость горизонта); ΔY — изменение координаты системы в проекции на ось OY (вертикальная ось); ΔZ — изменение координаты системы в проекции на ось OZ (начало отсчета системы координат — точка начала пилотирования купола)

анализа факторного поля нами использовались аппаратные средства регистрации, такие как видео камера с обзором 3600 (непосредственно устанавливалась на головном шлеме парашютиста), изготовленное по заданным требованиям устройство для регистрации полетной информации парашютиста [8]. Также осуществлялась видео фиксация и наблюдения с площадки приземления за характером движения парашютистов.

После раскрытия основного парашюта система «П–ППС» приобретает определенную скорость. Существует зависимость $\{F\}$ нарастания горизонтальной и вертикальной составляющих скоростей от синхронности втягивания строп управления. От величин реализаций функции F зависят все последующие рассматриваемые показатели, влияющие на изменение крена, тангажа, курса и координатного положения системы в целом. На рисунке 1 раскрывается факторное поле и очередность воздействия на систему «П–ППС» для слабого ветра (менее 5 м/с).

При воздействии П (в момент времени t_0 , которому характерна определенная реализация функции F) на стропу управления, например на левую, с величиной втягивания δ_1 и со скоростью втягивания v_1 система пер-

воначально начнет изменять угол крена в определенной зависимости $f_1(\mu(t)_{крен})$.

Это влечет изменение тангажа с незначительной задержкой во времени по зависимости $f_2(k(t)_{тангаж})$ и изменение горизонтальной скорости системы «П–ППС» — $\Delta V_{zop}(t_{крен})$. Следом, произойдет изменение вертикальной скорости $\Delta V_{vert}(t_{танг})$ и изменение курса системы $f_3(Y(t)_{курс})$. Далее, зависимость изменения курса системы внесет свой вклад в дальнейшее изменение и горизонтальной скорости $\Delta V_{zop}(t_{курс})$.

Изменения горизонтальной и вертикальной скоростей повлекут изменение траектории движения системы. Точкой начала отсчета в системе координат предложено считать высоту окончания раскрытия парашюта ($OXYZ$). Соответствующие изменения обозначены через приращение координат $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$. После окончания воздействия П на управляющие стропы система осуществляет прямолинейное движение. Закономерности изменения координат определяются исходя из реализации функции F .

Проведенный нами анализ материалов, полученных от аппаратных средств регистрации полетной информации парашютиста при реальных десантированиях,

Таблица 2. Очередность работы системы подвижности рабочего места обучающегося в зависимости от вида управляющего воздействия

Выделенный характер движения системы «П — ППС»	Характеристика продолжительности воздействия на органы управления (ОУ) (см. рисунок 1)	Характеристика управляющих воздействий $\delta(v)$ (см. рисунок 1)	Очередность изменения при воздействиях парашютиста на ОУ		
			крен, m	тангаж, k	курс, Y
Прямолинейное движение (без воздействий на ОУ)	–	–	–	1	–
Прямолинейное движение с симметричным воздействием на ОУ	t_0, t_{03}, t_{0m}, t	$\delta_1(v_1) = \delta_2(v_2)$ $\delta_{31}(v_{31}) = \delta_{32}(v_{32})$ $\delta_{31}(v_{31}) = \delta_{32}(v_{32})$ $\delta_{П1}(v_{31}) = \delta_{П2}(v_{32})$	–	1	–
Движение при воздействиях стропами управления	t_0, t	$\delta_1(v_1) \neq \delta_2(v_2)$	1	2	3
Движение при воздействиях задними свободными концами	t_{03}, t	$\delta_{31}(v_{31}) \neq \delta_{32}(v_{32})$	1	2	3
Движение при воздействиях передними свободными концами	t_{0m}, t	$\delta_{П1}(v_{31}) \neq \delta_{П2}(v_{32})$	1	1	2

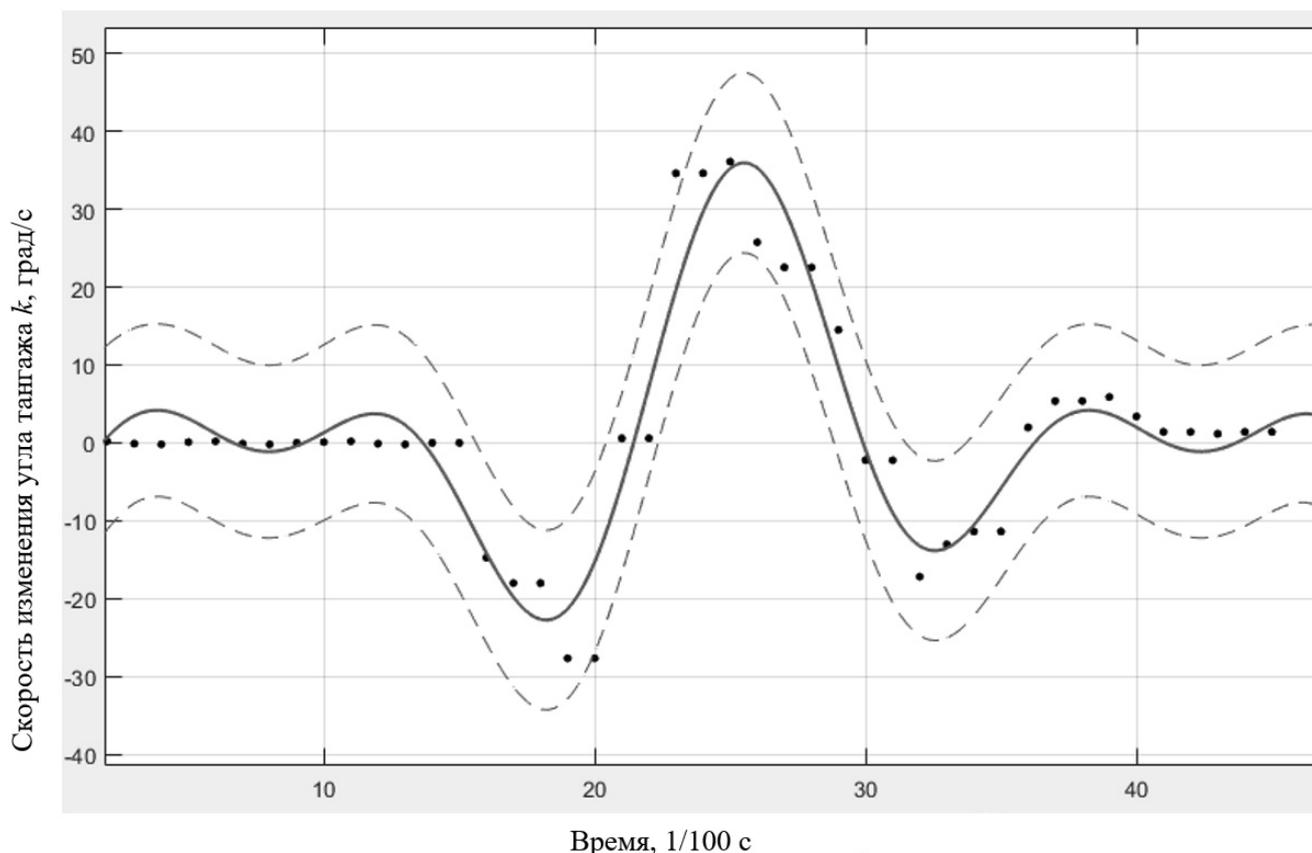


Рис. 2. Изменение скорости угла тангажа k при раскрытии планирующей парашютной системы от времени t (пунктиром показана 95% интервал)

позволил установить отличия в режимах управления куполом ППС для случая воздействия на передние свободные концы. Отмечаем, что закономерности изменения положения системы «П — ППС» при управлении задними свободными концами схожа по своей природе со случаем, приведенном на рис. 1. Отличия лишь состоят в наличии других функциональных зависимостей изменения факторного поля F_3 от управляющих воздействий (где наличие индекса $_3$ в записи F_3 или δ_{3i} условно обозначает — задние свободные концы).

В отличие от случая, описанного на рисунке 1, при воздействии на передние свободные концы крен и тангаж изменяются практически одновременно, что влечет более интенсивное изменение горизонтальной и вертикальной составляющей скоростей системы «П — ППС». Также, следует учитывать и отличия при определении функции F_{II} , которая будет равна величине F только при не воздействии П на свободные концы (при условии, что П не воздействует и на стропы управления).

При переносе выявленных закономерностей в ходе реальных прыжков с ППС в систему подвижности РМО динамического тренажера составлена итоговая таблица 2.

Как показано в таблице 2, выделено 5 характерных видов движения ППС, отличающихся друг от друга закономерностями управляющих воздействий, производимых П. Виды движения по сути «уникальные», каждому из них характерны свои закономерности изменения параметров, влияющих на очередность и величину изменения крена, тангажа и курса наблюдаемой системы («П — ППС»), и, как следствие, траектории управляемого снижения.

Для каждого характерного управляющего воздействия, на основе обработки статистических данных, разрабатывалась соответствующая система полиномов, описывающих изменения величин углов крена, курса и тангажа парашютиста, а также изменения координатного положения тела в трех плоскостях (по центру масс). Эти полиномы имеют вид (на примере изменения тангажа в момент начала раскрытия основного парашюта):

$$k(t) = a_0 + a_1 \cdot \cos(t \cdot w) + b_1 \cdot \sin(t \cdot w) + a_2 \cdot \cos(2 t \cdot w) + b_2 \cdot \sin(2 t \cdot w) + a_3 \cdot \cos(3 t \cdot w) + b_3 \cdot \sin(3 t \cdot w),$$

где $a_0, a_1, b_1, a_2, b_2, a_3, b_3, w$ — постоянные коэффициенты, вычисляемые с помощью программного продукта MATLAB;

k — величина угла тангажа при раскрытии основного парашюта;

t — показатель времени при раскрытии основного парашюта (диапазон от 0 до 0,5 с). Графически этот полином показан на рис. 2.

Используя такой математический подход, нам удалось получить для всех этапов прыжка «базу знаний» о динамических характеристиках объекта управления — ППС; сформировать требования к системе подвижности рабочего места обучающегося парашютиста, наглядно представляя для каждого случая зависимости скорости изменения углов крена, курса и тангажа от времени протекания процесса изменения положения тела обучающегося. Совокупность полученных зависимостей для управляющих воздействий, приведенных в таблице 2, позволяют конструкторам предприятий промышленности осуществить подбор приводных механизмов и создать систему управления ими. Так, предприятие АО «Северный пресс» активно взаимодействует с РВВДКУ в вопросах создания опытного образца моделирующего устройства, способного существенно повысить динамическую адекватность моделирования при сопровождении обучения личного состава на ППС СН. Опытные образец будет представлен на международном военно-техническом форуме «Армия — 2019» на стенде РВВДКУ.

После апробации и сертификации разрабатываемого моделирующего устройства, предлагаемое изделие может использоваться во всех силовых структурах, занимающихся подготовкой специалистов в чьей профессиональной деятельности занимает не последнее место парашют типа «крыло».

Вывод

Таким образом, полученные требования к очередности работы системы подвижности рабочего места обучающегося, в зависимости от вида управляющего воздействия и соответствующие им полиномиальные зависимости изменения углов крена, курса и тангажа позволили создать основу для конструкторского решения, связанного с подбором приводных механизмов и разработки системы управления ими при проектировании опытного образца моделирующего устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абанин В. С. Обоснование технического облика учебного информационного поля рабочего места парашютиста для динамического тренажера. / Научный журнал «Научный резерв» № 1(5), 2019. С. 46–50.
2. Абанин В. С., Осипов А. В. О необходимости моделирования деятельности десантника-парашютиста по управлению парашютными системами специального назначения. / Известия ТулГУ. Технические науки № 12 Ч2., 2017. С. 426–432.

3. Абанин В. С., Осипов А. В. Содержание моделей деятельности десантника по управлению парашютными системами специального назначения. / Научный журнал «Научный резерв» № 2(2), 2018. С. 50–56.
4. Абанин В. С., Осипов А. В. Математические основы моделирования деятельности десантника-парашютиста по управлению парашютными системами специального назначения. / Научно-практический журнал «Наука и военная безопасность» № 2(13), 2018. С. 99–103.
5. Каримов В. А., Шилов А. А. Некоторые особенности стационарного выража планирующей парашютной системы. / Ученые записки ЦАГИ — № 3–4. т. XXXI. 2000. С. 119–133.
6. Шилов А. А., Бушуева Э. М., Васильев А. Ф., Каримов В. А. Автоматическое управление планируемыми парашютными системами. / Труды ЦАГИ. № 2649, 2001. — С. 127–134.
7. Бюшгенс А. Г., Шилов А. А. О динамической модели парашюта и определении его характеристик / Ученые записки ЦАГИ — № 4 т. III. — 1972. С. 49–58.
8. Пат. 170197 Российская Федерация, МПК7 G01C. Устройство для регистрации полетной информации парашютиста / В. С. Абанин, А. Г. Концевой и др.; заявитель и патентообладатель РВВДКУ — № 2016149958; заявл. 19.12.2016; опубл. 18.04.2017, Бюл. № 11. — 7 с.: ил.
9. Парашютная система специального назначения Арбалет — 2 [электронный ресурс] URL: <http://www.zvezda-npp.ru/ru/node/72>

© Абанин Владислав Сергеевич (vlad-ac@mail.ru),

Кутовой Сергей Степанович (kutovoyss@mail.ru), Концевой Анатолий Георгиевич (vagsh@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Рязань

ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ, КАК ОСНОВА ВЫБОРА СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В ОФИСНЫХ ЗДАНИЯХ

SPACE-PLANNING SOLUTIONS AS THE BASIS FOR THE SELECTION OF AIR CONDITIONING SYSTEMS IN OFFICE BUILDINGS

Alhatim Ali

Summary. Air conditioning in offices and administrative buildings is now a standard, and is crucial for the individual performance of people, and therefore the efficiency of their work. The most important criteria here are thermal and acoustic comfort plus high energy efficiency. At the same time, economic and practical requirements must be met: for investors, the service life, investment and operating costs of the air conditioning system are paramount, while customers of such a system pay the greatest attention to reliability and ease of maintenance. Different purpose and use of office space and requires different approaches to the air conditioning system at the planning stage of the room. When developing air conditioning concepts for open-plan offices, approaches to air conditioning systems are different from those for offices with conference rooms or halls. Development of air conditioning systems for already functioning office buildings with special architecture is associated with additional problems. Here, air conditioning systems should be primarily focused on the space-planning solutions of the building and the nature of the thermal loads of the premises, in order to maximize the energy efficiency of such a system. Therefore, space-planning solutions are the basis for the selection of the appropriate air conditioning system of office buildings.

Keywords: space-planning solutions, heat load, air conditioning systems, office buildings, energy efficiency, air conditioning .

Алхатем Али

*Аспирант, Российский университет дружбы народов,
г. Москва
alialhatem@mail.ru*

Аннотация. Кондиционирование воздуха в офисах и административных зданиях в настоящее время является стандартом, а также имеет решающее значение для индивидуальной работоспособности людей, и как следствие, эффективности их работы. Наиболее важными критериями здесь являются тепловой и акустический комфорт плюс высокая энергоэффективность. В то же время должны соблюдаться экономические и практические требования: для инвесторов первостепенное значение имеют срок службы, инвестиционные и эксплуатационные расходы на систему кондиционирования, в то время как заказчики такой системы уделяют наибольшее внимание надежности и простоте обслуживания. Назначение и использование офисных помещений требует различных подходов к системе кондиционирования уже на стадии планирования помещения. При разработке концепций кондиционирования воздуха для офисов открытой планировки применяются подходы к системам кондиционирования, отличные от подходов для офисов, имеющих конференц-залы или холлы. Разработка систем кондиционирования для уже функционирующих офисных зданий со специальной архитектурой сопряжена с дополнительными проблемами. Здесь системы кондиционирования воздуха должны быть в первую очередь ориентированы на объемно-планировочные решения здания и характер тепловых нагрузок помещений для того, чтобы максимизировать энергоэффективность такой системы. Поэтому объемно-планировочные решения лежат в основе выбора соответствующей системы кондиционирования офисных зданий.

Ключевые слова: объемно-планировочные решения, тепловая нагрузка, системы кондиционирования, офисные здания, энергоэффективность, кондиционирование воздуха.

По мере совершенствования строительных технологий появилось много новых офисных зданий. Люди проводят в таких зданиях большую часть своей жизни, при этом очень важно создать здоровый климат для благополучия и комфорта работников. Первостепенное значение при этом отводится хорошему качеству воздуха в помещении за счет разработки соответствующих систем кондиционирования воздуха. В обыденном понимании системы кондиционирования идентифицируются с «охлаждением воздуха». В действительности, кондиционирование воздуха — это сложный процесс обработки воздуха во внутренней среде помещения для установления и поддержания необходимых стандартов температуры, влажности, чистоты и движения. Системы кондиционирования воздуха должны быть спроектированы так, чтобы поддерживать желаемое состояние окружающей среды в помещении. Чтобы опре-

делить эти условия, необходимо обладать информацией о назначении системы кондиционирования, потребностях заказчиков такой системы, функциональности здания (помещения) и убедиться, что все особенности системы кондиционирования правильно продуманы.

Выбор наиболее подходящей системы кондиционирования зависит от ряда критериев, таких, как температура, влажность, эксплуатационные расходы, движение воздуха и оценка жизненного цикла, а также взаимного влияния таких критериев друг на друга в процессе проектирования. Анализ нагрузок на систему кондиционирования обычно вносит вклад в процесс количественной оценки данных, поскольку он сужает возможные варианты выбора системы до минимального диапазона доступности. Это связано со спецификацией различных типов зданий и их объемно-планировочными решения-

ми. Объемно-планировочное решение здания — это решение поэтажных планов, где взаимосвязаны габариты и форма помещений в плане и в общем объеме здания [3, с. 28–29].

В специализированной литературе современные системы кондиционирования воздуха в зависимости от объемно-планировочных решений и характера тепловых нагрузок делят на три основных группы по схемным решениям: центральные, зональные и местно-центральные, и на две по способу воздухораспределения: перемешивающие и вытесняющие [4, с. 20–24].

Одна из задач проектирования современного офисного здания состоит в определении возможного теплового режима при различных мерах его обеспечения и в выборе наиболее экономически целесообразного варианта, поддерживающего оптимальный воздушно-тепловой режим всех помещений с учетом коэффициента обеспеченности. Поэтому требования к мощности системы кондиционирования воздуха будут влиять на дизайн здания и подход, который будет надлежащим для реализации соответствующего решения. В зависимости от конструкции здания может потребоваться отдельная зона контроля для поддержания энергопотребления системы кондиционирования. Кроме того, требования к мощности системы кондиционирования позволят определить параметры оптимизации системы с учетом зонирования помещения. Также важно упомянуть, что хотя конкретная система кондиционирования воздуха может быть более эффективной, чем другой тип, ее можно использовать только в том случае, если она соответствует нескольким требованиям: поддержание желаемой среды здания и объемно-планировочному решению здания, не причиняя неудобства людям.

Выбор системы кондиционирования воздуха как в проектируемом, так и в уже построенном здании должен проводиться на основании тщательно проработанного технического задания, поскольку процесс проектирования системы кондиционирования, как и любой другой строительной системы, требует серии этапов, в которых необходимо учитывать особенности проектирования и законодательные требования. Во вновь проектируемых зданиях в целях разработки наиболее подходящей системы кондиционирования воздуха ее особенности учитываются на начальном этапе. Указанное позволит разработать объемно-планировочные решения с максимально эффективными и функциональными системами. В уже построенных зданиях, напротив, объемно-планировочные решения определяют выбор системы кондиционирования воздуха в зависимости от конкретных требований в отношении микроклимата (тепловая комфортность, минимальное количество наружного воздуха и подвижность воздуха в обслужива-

емом помещении, уровень шума и другие параметры, имеющие значение в контексте целевого назначения каждого помещения в общем объеме здания). Кроме того, учитывается и гарантированный срок службы системы кондиционирования, а также объем затрат на ее обслуживание и эксплуатацию. Отдельные требования касаются и эстетических требований заказчика такой системы.

Как уже было отмечено, объемно-планировочные решения имеют непосредственное влияние на выбор системы кондиционирования воздуха. Наряду с климатическими характеристиками они являются исходными данными для определения расчета теплопотерь и расчета коэффициента тепловыделения.

Расчет теплопотерь анализируется по разной температуре внутри и снаружи здания. Он состоит из двух основных элементов потери тепла: потери воздуха (инfiltrация/вентиляция) и потерь конструктивных элементов здания. Чтобы свести к минимуму его эффект, для оптимизации размера систем кондиционирования может использоваться герметичное здание, на которое влияет внутреннее, а также солнечное тепловыделение.

Расчеты коэффициента усиления тепла должны учитывать солнечную активность, которая также зависит от ориентации зданий. Расчет должен быть основан на пиковых увеличениях температуры в зависимости от вентиляции, кондукции и солнечной радиации [6]. При расчете потерь конструктивных элементов здания учитывается тепловое сопротивление каждого слоя строительной конструкции и его внутреннее и внешнее поверхностное сопротивление, которые способствуют общему коэффициенту теплопроводности материалов.

Офисные здания обычно эксплуатируются с 8 утра до 6 вечера с понедельника по пятницу, поэтому показатели занятости также играют важную роль в выборе системы кондиционирования воздуха. Например, офисам с вычислительными центрами, которые, возможно, должны будут работать не в стационарном режиме, а в течение 24 часов, необходимо подбирать системы кондиционирования с наличием резервных систем для определенных помещений, заложенных в объемно-планировочных решениях, в случае отказа центральных систем кондиционирования всего здания.

Объемно-планировочные решения офисных зданий имеют как периферийные, так и внутренние зоны. Периферийные зоны — это зоны, которые состоят из переменных нагрузок, связанных с изменением положения солнца и погодных условий. В зимнее время эти зоны требуют обогрева. Вместе с тем, в межсезонье может потребоваться обогрев в одной части помещения и охлаж-

дение в другой. С другой стороны, внутреннее зонирование требует постоянной скорости охлаждения в течение всех сезонов, поскольку их тепловая нагрузка генерируется главным образом светом, людьми и офисным оборудованием. Для этого требуется, чтобы система кондиционирования воздуха в помещении обеспечивала гибкость в соответствии со всеми нагрузками. Поэтому выбор переменных объемов воздуха является наиболее необходимым. При проектировании системы кондиционирования необходимо оценить, можно ли согласовать количество движения воздуха внутри и снаружи офисного здания при требуемой температуре, не вызывая переохладения. В современных и энергоэффективных системах кондиционирования такие особенности учитываются при проектировании зданий, а подача свежего воздуха и снятие тепловой нагрузки рассматриваются отдельно, при этом количество воздуха уменьшается до требуемого уровня и контролируется в соответствии с потребностями конкретного помещения. В уже построенных зданиях выбор системы ограничен и подчинен особенностям объемно-планировочных решений. В таких зданиях часто важным становится использование подходящего потока воздуха в помещении, поэтому используют вентиляцию смешанного/вытесняемого воздуха, разработанную для экранирования тепловых нагрузок от фасадов и обеспечивающую полную и удобную очистку помещений свежим воздухом вне зависимости от их объема.

Каждое помещение офисного здания имеет свои нормы по освещению. Осветительная нагрузка при этом является высокой выходной тепловой нагрузкой на здание. Компьютерные центры и другое электрооборудование могут обеспечить нагрузку от 50 до 110 Вт / м². Исходя из этого, крайне важно ознакомиться с электрооборудованием, которое будет эксплуатироваться в каждом помещении внутри здания, чтобы определить размеры соответствующего кондиционера для реализации системы кондиционирования воздуха. В зоне, где электрическая нагрузка выше 65 Вт / м², тепло должно удаляться из помещения с помощью вытяжных вентиляционных труб или водяных трубок [6].

Как правило, в офисных зданиях используются традиционные двойные воздуховоды: индукционные или фанкойлы. Когда конструкция индукционного воздуховода или фанкойла установлена по периметру здания, все воздушные системы используются для внутренних помещений. Для зданий, которые не имеют зоны экономайзера, используется установка многозонной обходной системы на каждом этаже с нагревательной катушкой в каждом воздуховоде внешней зоны.

В зависимости от объемно-планировочного решения на выбор и проектирование системы кондиционирова-

ния будут влиять системные ограничения: охлаждающая нагрузка, требования к зонированию, отопление и вентиляция, а также архитектурные ограничения: размеры и внешний вид тепловых устройств, приемлемый уровень шума, пространство, доступное для оборудования и его расположение относительно кондиционированного пространства, приемлемость компонентов, выступающих в кондиционированное пространство.

Общая потребность для установки электромеханического оборудования системы кондиционирования в офисных зданиях обычно составляет 8–10% его общей площади. Высота, требуемая для вентиляторных комнат, варьируется от 3 до 5,5 м, поскольку зависит от выбранной системы распределения. На этажах здания для индукционных воздуховодов или фанкойлов требуется в среднем от 3 до 5% площади пола. Таким образом, трубы, воздуховоды и другое оборудование потребуют от 3 до 5% общей площади каждого этажа. Все эти элементы необходимо учитывать при проектировании системы кондиционирования воздуха в больших офисных зданиях с уже имеющимися объемно-планировочными решениями.

Для небольших офисных зданий лучше выбрать систему радиационного контроля по периметру с обычными однотрубными низкоскоростными системами кондиционирования воздуха, подающими воздух из многозонных блоков, а для здания среднего размера могут быть выбраны воздушные тепловые насосы. Между тем, по нашему мнению, чем больше площадь офисного здания, тем больше возможности вариаций систем кондиционирования воздуха.

Подводя итог, отметим, что какая бы система кондиционирования не выбиралась: центральная, зональная и местно-центральная, процесс ее проектирования, равно как и сама возможность проектирования в уже построенном офисном здании, будет зависеть от объемно-планировочного решения здания.

Имеющиеся в настоящий момент типы офисных зданий и их объемно-планировочные решения относительно сложны для определения в качестве стандарта только одной конкретной системы кондиционирования воздуха. Поскольку многие типы зданий отличаются друг от друга в соответствии с собственными характеристиками, существует огромный пробел в том, чтобы досконально точно определить, что именно повлияет на выбор системы при кондиционировании воздуха при ее проектировании. Главный показатель, который делает систему кондиционирования воздуха в офисном здании максимально эффективной — это ее проектирование с учетом объемно-планировочного решения здания с учетом параметров тепловых нагрузок здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богословский В. Н., Новожилов В. И., Симаков Б. Д., Титов В. П. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. 2. Вентиляция. Под ред. В. Н. Богословского. М.: Стройиздат, 1976.
2. Губернский Ю. Д., Шилькрот Е. О. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта? АВОК. 2008. № 4. С. 5–14.
3. Дубынин Н. В. Архитектурно-строительные термины // Жилищное строительство. 2007. № 6. С. 28–29.
4. Наумов А. А. Выбор энергоэффективных систем кондиционирования воздуха офисных зданий // АВОК. 2005. № 5. С. 20–24.
5. Наумов А. Л., Капко Д. В. CO₂: критерий эффективности систем вентиляции // АВОК. 2015. № 1. С. 12–22.
6. Faber & Kell's (2008) Heating and Air-Conditioning of Buildings, 10th edition.

© Алхатем Али (alialhatem@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



УСТРОЙСТВО МОНИТОРИНГА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ С ФУНКЦИЯМИ ОПОВЕЩЕНИЙ О НЕСАНКЦИОНИРОВАННОМ ДОСТУПЕ

LOCAL NETWORK MONITORING DEVICE WITH FUNCTIONS OF UNAUTHORIZED ACCESS ALERT FUNCTIONS

**A. Andryukhin
N. Grachev
V. Smirnov**

Summary. The paper presents the results of studies on the protection of small LANs, in particular its wireless segment, solved using network encryption, corporate encryption methods. It is shown that these methods and tools are rarely used, they require additional equipment, maintenance and are difficult to configure. Custom encryption methods are used more often — they are easy to set up, do not require additional equipment and maintenance, but almost always can be cracked in a relatively short period of time. According to the results of the analysis, the work examines and studies the principle of construction of the principle and the device based on it, which allows to increase the security of networks using custom encryption methods. The principle developed in the work and the device monitors and notifies about network events of the channel and network level, as a result of which all network activity becomes transparent, which significantly increases the network security.

Keywords: Design, Device, Software, Information Security.

Андрюхин Александр Гаврилович

*К.т.н., доцент, МИРЭА — Российский
технологический университет (г. Москва)
pr1110@list.ru*

Грачев Николай Николаевич

*К.т.н., профессор, МИРЭА — Российский
технологический университет (г. Москва)
nnggrachev@mail.ru*

Смирнов Валентин Сергеевич

*МИРЭА — Российский технологический университет,
г. Москва
stp18@ya.ru*

Аннотация. В работе представлены результаты исследований вопросов защиты малых ЛВС, в частности ее беспроводного сегмента, решаемых с помощью шифрования сети, корпоративных методов шифрования. Показано, что эти методы и средства используются редко, они требуют дополнительного оборудования, обслуживания и сложны в настройке. Пользовательские методы шифрования используются чаще — они просты в настройке, не требуют дополнительного оборудования и обслуживания, но практически всегда поддаются взлому за относительно небольшой промежуток времени. По результатам проведенного анализа, в работе рассматривается и исследуется принцип построения принципа и устройства на его основе, позволяющее повысить безопасность сетей использующие пользовательские методы шифрования. Разработанный в работе принцип и устройство отслеживает и оповещает о сетевых событиях канального и сетевого уровня, вследствие чего вся сетевая активность становится прозрачной, что значительно повышает безопасность сети.

Ключевые слова: Проектирование, Устройство, Программные средства, Защита информации.

В 80-е годы персональные компьютеры начинают вторгаться в жизнь обычных людей, в 90-е в пользовательском окружении начинают появляться компьютерные сети, в 2000-е на пользовательском рынке появляются беспроводные сетевые решения. В те годы локальные сети не были массовым явлением и использовались продвинутыми пользователями для специфических целей [1,2]

Но сегодня ситуация изменилась — локальная сеть на основе роутера стала общим достоянием, имеется почти в каждой квартире, и большинство пользователей — технически неграмотны в вопросах безопасности сетей. Риски несанкционированного доступа к локальной сети серьезные: совершение незаконных действий в интернете от имени пользователя, перехват и расшиф-

ровка вводимых пользователем данных на посещаемых сайтах (в т.ч. паролей и данных банковских карт), получение полного доступа к компьютерам домашней сети и информации на них (путем взлома операционной системы). Поэтому даже малые пользовательские сети требуют защиты.

Что представляет собой сетевая безопасность? Локальная сеть на основе роутера чаще всего состоит из объединенных проводных и беспроводных сегментов. Для получения доступа к такой сети достаточно получить доступ к любому сегменту сети. С безопасностью проводного сегмента проблем нет — для взаимодействия с ним потребуется физический доступ к кабелю, но беспроводной сегмент уязвимее, так как эфиром является радиоканал. Для попыток несанкционированно-

го взаимодействия с сетью требуется просто находиться в зоне вещания сети. Следовательно, беспроводной сегмент требует серьезной защиты.

Беспроводные сети стали поддерживать шифрование сразу после своего рождения. Первым методом шифрования стал WEP, но существовал он недолго — метод взломали через несколько лет после выхода на рынок [1,2].

В дальнейшем появились методы WPA, WPA2, WPA3. Методы подразделяются на корпоративные и пользовательские реализации. Корпоративных реализаций имеется достаточное количество. Самые надежные из них практически не поддаются взлому, так как для авторизации устройств используют комбинации смарт-карт, двухсторонних сертификатов и уникальных логинов с динамическими ключами. Но такие методы сложны в настройке, так как требуют дополнительного оборудования и обслуживания.

Пользовательские реализации методов просты в настройке и не требуют дополнительного оборудования или обслуживания. Для доступа к сети используется общий ключ — парольная фраза. Ключевое отличие между пользовательскими методами заключается в разрядности ключа, но все они бессильны против «брутфоса» (перебора): злоумышленник похищает необходимые данные из эфира и выполняет оффлайн перебор пароля. Учитывая мощности современной техники, злоумышленник не затратит много времени — максимальный ключ (63 символа) самого популярного пользовательского метода (WPA2-PSK) на массиве современных видеокарт перебирается за несколько дней (покупать видеокарты необязательно, можно заказать услугу перебора через интернет). Но иногда необходимости нет и в этом: уязвимая технология WPS (включена по умолчанию на многих роутерах) позволяет получить пароль без оффлайн перебора менее, чем за сутки. Черные и белые списки физических адресов устройств на роутере ситуацию не спасают — злоумышленник может просканировать физические адреса сети, даже не зная от нее пароля.

Множество хакерских программ для осуществления вышеописанной деятельности (с руководствами) находятся в открытом доступе, их осилит даже новичок. Следовательно, взлом пользовательских методов шифрования — всего лишь вопрос желания. Следовательно, взлом локальной сети с такой защитой — тоже всего лишь вопрос желания.

Логичным шагом от производителей роутеров было бы создание системы оповещений о подключаемых к сети устройствах, но внешний вид роутеров в данном аспекте не информативен — на роутере присутствуют только светодиоды активности сетевых интерфейсов.

В web интерфейсе управления роутера можно наблюдать за подключенными устройствами, но на постоянной основе этого делать никто не будет (а начинающие пользователи и вовсе не подозревают о такой возможности). Авторы статьи видят два решения этой проблемы.

Первое решение подразумевает установку на уже существующий роутер свободной операционной системы (например, OpenWRT) с необходимыми драйверами для специального оборудования и разработанным прикладным ПО. В качестве специального оборудования выступает USB звуковая карта динамиком, в качестве разработанного прикладного ПО выступают программы для мониторинга сети. Данное решение было разработано и опробовано [4] но из-за привязки прикладного ПО мониторинг к конкретной модели роутера, пришлось не останавливаться на достигнутом и развивать идею дальше.

Второе решение проблемы — разработка собственного устройства, выполняющего мониторинг. Первым разработанным устройством стало простое устройство на кристалле SoC AR9331 [5]. Разработка была не сложной, ведь в интернете уже есть принципиальные схемы устройств на этой же SoC (например, одноплатный компьютер Onion Omega1). Но устройство не было лишено недостатков по нескольким причинам. Первая причина — цена: стоимость устройства получалась более 20\$ за экземпляр, что дорого для такого класса устройств. Вторая причина — нестандартная реализация ПО: устройство работало на ОС OpenWRT и должно было быть шлюзом сети, что в свою очередь ограничивало пропускную способность сети и вносило коррективы в топологию существующей сети.

Учитывая прошлые ошибки, авторы разработали новое устройство: на одной плате 50*50 мм удалось разместить все необходимые компоненты для его работы. Рассмотрим главные компоненты устройства.

Мозгом устройства является контроллер ESP8285 (Рис. 1) От обычных контроллеров отличается высокой производительностью (80 МГц в штатном режиме, 160 МГц в переходном режиме), наличием 1 МБ ПЗУ (SPI в режиме dual) и наличием встроенного WI-FI (N-150) модуля.

В соответствии с алгоритмом, контроллер осуществляет мониторинг события в сети и каждые 30 секунд проверяет наличие изменений.

Аудио контроллером устройства является микросхема YX5200–245S. Аудио контроллер общается с главным контроллером через интерфейс UART. При получении команды на воспроизведение оповещения о каком-либо событии, аудиоконтроллер считывает необходимые

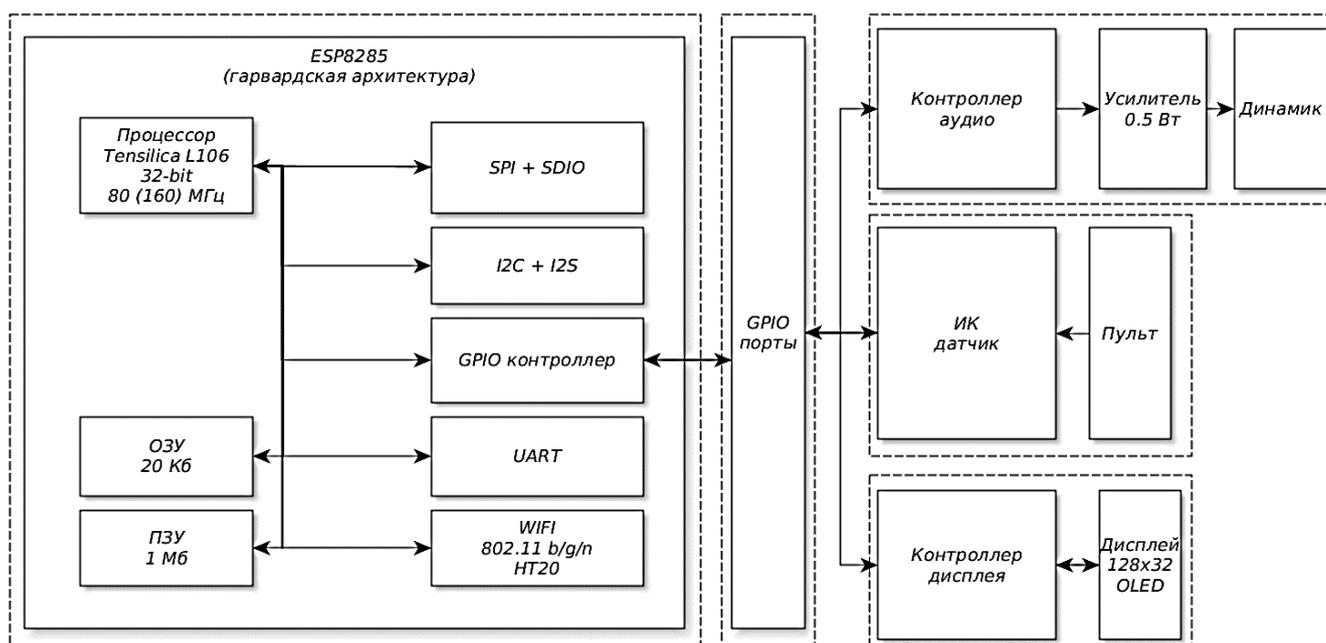


Рис. 1. Структурная схема устройства.

аудиоданные из подключенного к нему ПЗУ (SPI, 16 МБ), и выводит аудиопоток на маломощный (0.5 W) усилитель, к которому подключен динамик. Если уровня громкости не будет достаточно, на плате реализован вывод под внешние активные колонки.

Управление и настройка устройством осуществляется с помощью ИК пульта (посредством ИК приемника, подключенного к GPIO выводам контроллера). Базовая информация о состоянии сети отображается на миниатюрном OLED128x32 экране, подключенного к главному контроллеру по интерфейсу I2C.

В устройстве установлен аккумулятор на 500 mAh (с платой защиты и контроллером заряда MCP78831), что позволяет работать устройству при отключении внешнего питания как минимум в течении 2 часов.

Использование вышеперечисленных компонентов позволило снизить итоговую стоимость устройства более, чем в 2 раза по сравнению со стоимостью предыдущего устройства.

Рассмотрим алгоритм работы устройства. Прошивка устройства переработана, поэтому устройству теперь не требуется быть шлюзом сети и иметь физический контакт с сетью — устройство просто должно находиться в зоне вещания сети (такая концепция не мешает контролировать устройству и проводной сегмент сети). После включения устройства производится начальная диагностика и начальный анализ сетевого эфира. После

этого предлагается выбрать сеть, для которой осуществляется мониторинг. После выбора сети устройство запросит от нее пароль. Его можно не вводить — в этом случае будут доступны только оповещения о событиях канального уровня (что не рекомендуется). Дальнейшая настройка устройства не требуется — устройство будет работать в самостоятельном режиме и будет сообщать: о фактах подключения (отключения) неизвестных устройств и устройств из белого списка (сообщается MAC адрес, IP адрес, имя узла), о попытках подключения устройств из черного списка (сообщается MAC адрес), о пропаже (появления) доступа в интернет (сообщается выданный шлюзу IP адрес и маска сети), о смене IP адреса устройств (при отличии адреса от предыдущего), о задании устройствами статического IP адреса.

Также реализован контроль подозрительного служебного трафика для борьбы с атаками деаутентификации и подмены точки доступа, поэтому, в большинстве случаев, устройство сообщает об атаке на сеть еще до того, как злоумышленник получает полноценный доступ к сети.

Аналогов подобных устройств авторами статьи найдено не было, за исключением программных аналогов (программ сетевого мониторинга). Но программные аналоги требуют выделенного компьютера, знаний и внимания персонала, в то время как разработанное устройство лишено таких недостатков — даже технически неграмотный пользователь сможет его настроить и всегда быть в курсе вторжений в свою сеть.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А., Безопасность компьютерных сетей — М: Горячая линия — Телеком, 2017. — 644 с.
2. Бондарев В. В., Анализ защищенности и мониторинг компьютерных сетей. Методы и средства — М: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. — 228 с.
3. Олифер В. Г., Олифер Н. А., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы — СПб: Издательский Дом ПИТЕР, 2019. — 992 с.
4. Львов Н. С., Смирнов В. С. Разработка программного обеспечения для сетевого оборудования, предназначенного для оповещения пользователей о вторжениях в ЛВС / Искусственный интеллект: философия, методология, инновации. Сборник трудов IX всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. г. Москва, МИРЭА, 10–11 декабря 2015 г. — М: МИРЭА, 2015. — С 74–79.
5. Андрюхин А. Г., Смирнов В. С. Разработка устройства мониторинга локальной вычислительной сети с голосовым оповещением о несанкционированном доступе / Электронный журнал: наука, техника и образование. Выпуск 3/2018 (21) [Электронный ресурс] — Калуга: Изд-во ООО «Манускрипт», 2018. — С 81–88. — Режим доступа: [<http://nto-journal.ru/uploads/articles/4ce290710858889e64ce6db22e3a1597.pdf>]

© Андрюхин Александр Гавриилович (pr1110@list.ru),

Грачев Николай Николаевич (nnggrachev@mail.ru), Смирнов Валентин Сергеевич (cmp18@ya.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

VIRTUAL INFRASTRUCTURE MANAGEMENT BASED ON VISUAL MODELS IN THE VIRTUAL COMPUTER LAB ENVIRONMENT

**M. Belov
P. Lupanov
A. Minzov
N. Tokareva**

Summary. The paper presents a concept of virtual infrastructure management based on visual models in the virtual computer lab environment. The purpose of the management system improving is to decrease the requirements for the necessary basic knowledge and skills of students to start productive work in the virtual computer lab environment. Creating and deleting virtual machines, as well as modifying their configuration, designing the necessary network topology ensuring the interaction of virtual machines is accomplished by simple manipulation of graphical objects through a web interface. This provides structural interaction between real hardware and software components of the virtual computer lab, as well as visual representations of the pipeline of necessary technological operations.

Keywords: Virtualization, Containerization, Cloud Computing, Management, Virtual Computer Laboratory, Training of IT Specialists, Innovation in Education.

Белов Михаил Александрович

К.т.н., доцент, Государственный университет «Дубна»

belov@uni-dubna.ru

Лупанов Павел Евгеньевич

Аспирант, Государственный университет «Дубна»

lupanov@uni-dubna.ru

Минзов Анатолий Степанович

Д.т.н., профессор, Государственный университет «Дубна»

9083083@rambler.ru

Токарева Надежда Александровна

К.ф.-м.н., доцент, Государственный университет «Дубна»

tokareva@uni-dubna.ru

Аннотация. Статья посвящена описанию концепции управления виртуальной инфраструктурой на основе визуальных моделей в среде виртуальной компьютерной лаборатории. Совершенствование системы управления направлено на то, чтобы уменьшить объём требований к необходимым базовым знаниям, умениям и владениям учащихся в качестве порога вхождения для продуктивной работы в среде виртуальной компьютерной лаборатории. Создание и удаление виртуальных машин, а также изменение их конфигурации, проектирование необходимой топологии сети, обеспечивающей взаимодействие виртуальных машин, выполняется путём простых манипуляций над графическими объектами посредством веб-интерфейса, обеспечивая структурное взаимодействие между реальными аппаратными и программными компонентами виртуальной компьютерной лаборатории, а также визуального представления конвейера необходимых технологических операций.

Ключевые слова: виртуализация, контейнеризация, облачные вычисления, управление, виртуальная компьютерная лаборатория, повышение квалификации ИТ-специалистов, инновации в образовании.

Подготовка квалифицированных ИТ-специалистов предполагает, освоение широкого спектра современных технологий и информационных систем, однако большинство технологических решений требует достаточно больших вычислительных ресурсов, а применение облачных технологий и технологий виртуализации предполагает наличие у учебного заведения специализированной программно-аппаратной платформы. В качестве такой платформы в Институте системного анализа и управления (ИСАУ) Государственного университета «Дубна» на протяжении 12 лет используется виртуальная компьютерная лаборатория (ВКЛ), разработанная в рамках научно-практической деятельности коллектива ИСАУ [1–21]. В результате накоплен успешный опыт инновационной подготовки специалистов

по распределённым информационным системам, а также разработчиков программного обеспечения, способных выстраивать актуальную технологическую инфраструктуру для продуктивной разработки программного обеспечения.

При подготовке высококвалифицированных ИТ-специалистов ключевой образовательной задачей является формирование таких профессиональных компетенций выпускников, с помощью которых они смогут успешно решать широкий спектр предметных прикладных задач, возникающих на всех этапах жизненного цикла распределённых корпоративных информационных систем. Такие информационные системы на практике, как правило, применяются для управления деятельно-

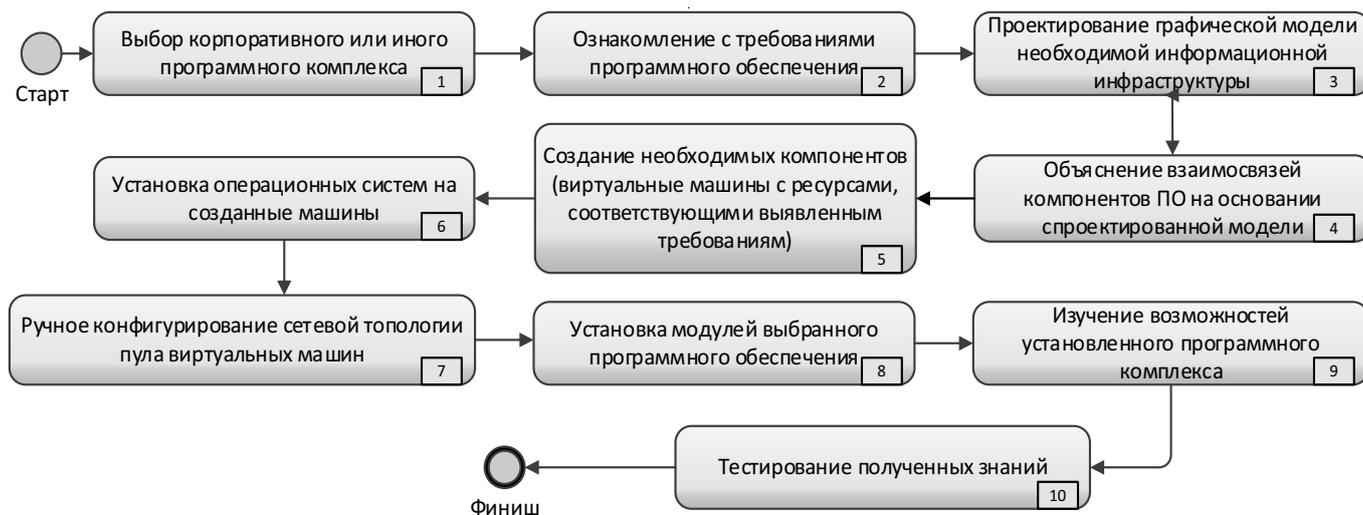


Рис. 1. Концептуальная модель процесса развёртывания и освоения корпоративного программного обеспечения в среде ВКЛ

стью предприятия, управления потоками работ в технологических процессах, ИТ-аудита, построения web-решений высокой доступности, сбора, анализа и хранения данных. Очевидно, что для формирования у учащихся профессиональных компетенций, им необходимо осваивать большое количество теоретического материала, выполнять практические задания и исследовательские работы по освоению современных информационных систем, их развёртыванию, сопровождению, эффективному применению для решения проблемно-ориентированных задачах и т.п.

Программно-аппаратная платформа виртуальной лаборатории позволяет предоставлять конечным пользователям удаленный доступ к необходимым вычислительным ресурсам для выполнения заданий, связанных с освоением сложных корпоративных систем и обеспечением доступа к базовым приложениям, используемым в учебном процессе, с возможностью быстрого получения необходимых знаний, благодаря интегрированной системе управления знаниями.

Практика учебного процесса с использованием виртуальной лаборатории, показывает необходимость переосмысления практических подходов к подготовке ИТ специалистов и применения новых технологических решений для улучшения учебного процесса.

Большое количество не слишком очевидных и наглядных абстракций, используемых в рамках платформ виртуализации, затрудняет процесс погружения студентов в технологическую базу, и усложняет понимание конечной инфраструктуры, необходимой для развёртывания и освоения больших распределённых информационных систем.

Рассмотрим образовательный процесс с использованием возможностей виртуальной компьютерной лаборатории без применения системы управления на основе визуального моделирования, на примере процесса освоения сложного, многофункционального корпоративного или иного программного обеспечения.

Детализируя этот процесс, можно выделить несколько его этапов:

1. Выбор корпоративного или иного программного комплекса для освоения его возможностей и решения проблемных задач;
2. Ознакомление с требованиями выбранного программного обеспечения;
3. Проектирование графической модели информационной инфраструктуры, необходимой для развёртывания программного комплекса.
4. Объяснение взаимосвязей компонентов программного обеспечения на основании спроектированной модели;
5. Создание необходимых компонентов в виртуализированной среде (виртуальные машины с ресурсами, соответствующими выявленным требованиям);
6. Установка операционных систем на созданные виртуальные машины;
7. Ручное конфигурирование сетевой топологии пула созданных виртуальных машин;
8. Установка модулей выбранного программного обеспечения и формирование целостного программного комплекса;
9. Изучение возможностей установленного программного комплекса, решение кейсов;
10. Измерение и контроль полученных знаний.

Поэтапно анализируя данный процесс можно выделить следующие недостатки:

Отсутствие интуитивно-понятной визуальной формы представления проектируемой информационной инфраструктуры, в этапах 3,4,5,7 (см. рис. 1.)

Без использования системы управления виртуальными машинами в среде ВКЛ с применением технологии визуального моделирования, отсутствует какая-либо инструментальная поддержка визуализации, еще не развернутой, проектируемой виртуальной информационной архитектуры. Данный недостаток проявляется на этапах проектирования графической модели виртуальной инфраструктуры и при объяснении взаимосвязей компонентов программного обеспечения. Наш личный опыт показал, что степень и скорость усвоения материала при использовании графической модели, серьезно превосходит подход без её использования.

Необходимость многократно визуализировать проектируемую инфраструктуру в этапах 3,4 (см. рис. 1.)

Учитывая то, что рассматриваемый процесс, занимает большое количество времени, и не укладывается в формат одного очного семинара, преподавателю на протяжении всей серии семинаров по освоению информационной системы, приходится многократно воспроизводить визуальную модель проектируемой инфраструктуры на доске в классе. Данная ситуация приводит к тому, что в начале каждого семинара преподаватель вынужден дублировать визуальную модель.

Большое количество времени, затрачиваемое на выполнение базовых, рутинных процессов в этапах 6,7,8 (см. рис. 1.)

Следует отметить, что большое количество сложных информационных систем в своей основе имеют схожий базис, в частности версии операционных систем. В образовательном процессе без использования системы управления ВКЛ на основе визуального моделирования отсутствует какая-либо автоматизация процесса рутинной установки операционных систем на вновь созданную виртуальную машину. Установка операционной системы на каждый узел происходит в ручном режиме, хотя функциональность ВКЛ позволяет выделить шаблонные виртуальные машины с предустановленными операционными системами и использовать их в процессе развертывания необходимой инфраструктуры из модели, тем самым значительно сократив время создания необходимой базовой инфраструктуры.

Отсутствие возможности технологии быстрого и интуитивно-наглядного создания необходимой

сетевой топологии в пуле виртуальных машин в этапах 7,8 (см. рис. 1.).

Настройка сетевой топологии в созданном пуле виртуальных машин так же занимает большое количество времени, зачастую приходится вручную прописывать все настройки для сетевых адаптеров в узлах пула, при этом приходится зайти в каждую виртуальную машину в отдельности.

Проблема автоматизации добавления программных компонентов в этапах 5,8 (см. рис. 1.).

Добавление программных компонентов к спроектированной инфраструктуре приходится производить вручную, отсутствует какой-либо менеджер пакетов существующего программного обеспечения.

Отсутствие возможности централизованного мониторинга использования лицензий на программные продукты, установленные на виртуальных машинах в этапах 6,8 (см. рис. 1.).

В связи с тем, что в инфраструктуре ВКЛ по умолчанию, отсутствует менеджер пакетов программного обеспечения, возникает проблема контроля лицензионной политики и инвентаризации программного обеспечения, устанавливаемого на виртуальных машинах.

Что даёт нам применение визуальных моделей? Визуализация информации, с помощью схем, диаграмм или инфографики в большинстве случаев позволяет улучшить восприятие большого объема информации, описывающего структуру какой-либо системы и взаимосвязи между её компонентами.

Поэтому для решения выше обозначенных сложностей было принято решение разработать среду визуального моделирования виртуальных информационных инфраструктур в среде ВКЛ, призванной уменьшить объём требований к необходимым базовым знаниям, умениям и владениям учащихся в качестве порога вхождения для продуктивной работы в среде виртуальной компьютерной лаборатории.

Создание и удаление виртуальных машин, а также изменение их конфигурации, проектирование необходимой топологии сети, обеспечивающей взаимодействие виртуальных машин, выполняется путём простых манипуляций над графическими объектами посредством веб-интерфейса, обеспечивая структурное взаимодействие между реальными аппаратными и программными компонентами виртуальной компьютерной лаборатории, а также визуального представления конвейера необходимых технологических операций.

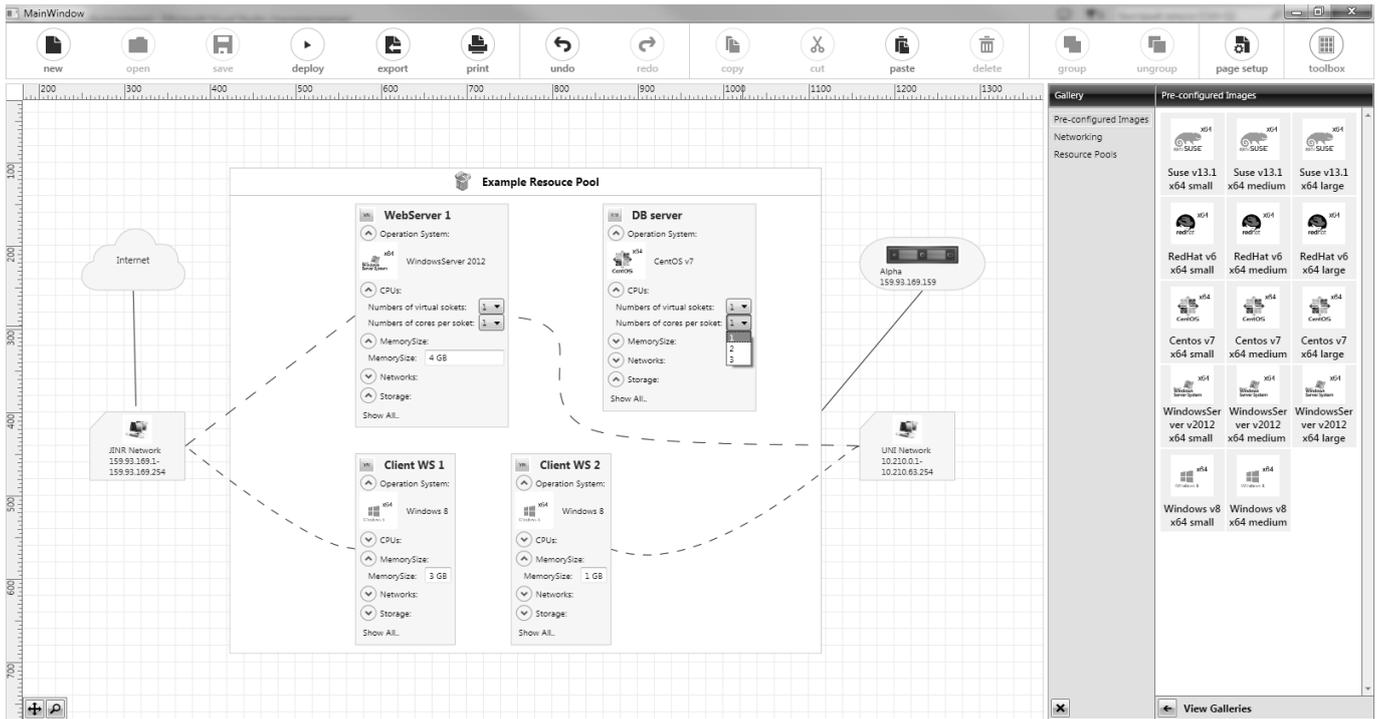


Рис. 2. Графический интерфейс системы управления виртуальной инфраструктурой на основе визуальных моделей в среде ВКЛ

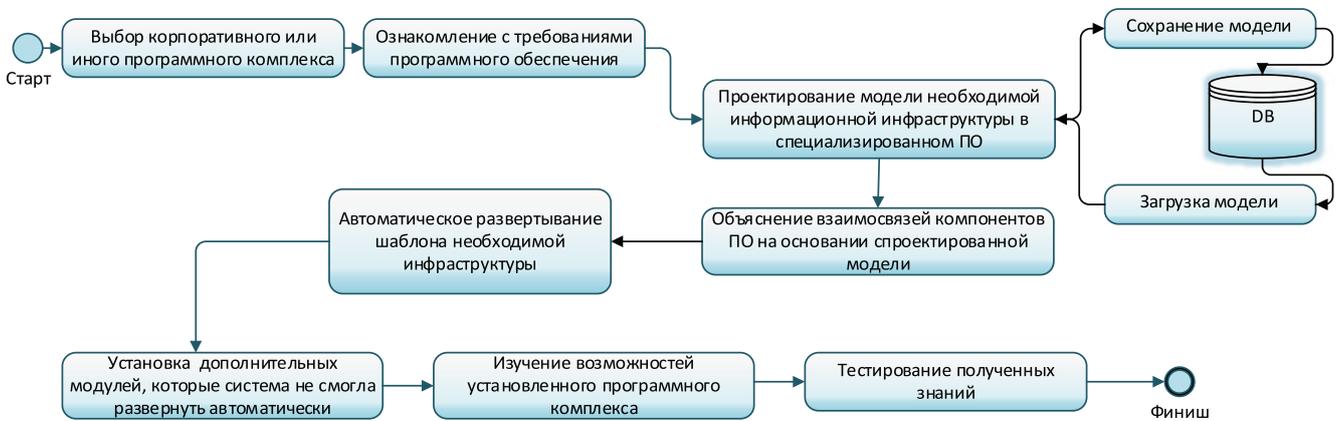


Рис. 3. Усовершенствованная концептуальная модель процесса развёртывания и освоения корпоративного программного обеспечения в среде ВКЛ с применением системы визуального моделирования

Внедрение системы визуального моделирования позволяет упростить процесс развёртывания и освоения корпоративного программного обеспечения пользователей в среде виртуальной компьютерной лаборатории, таким образом, как представлено на Рис 3.

Можно выделить следующие основные этапы усовершенствованного процесса:

1. Выбор корпоративного или иного программного комплекса для освоения его возможностей;
2. Ознакомление с требованиями выбранного программного обеспечения;
3. Проектирование модели необходимой информационной инфраструктуры в специализированном ПО;

4. Объяснение взаимосвязей компонентов ПО на основании спроектированной модели;
5. Автоматическое развертывание шаблона инфраструктуры из спроектированной модели;
6. Установка дополнительных модулей, которые система не смогла развернуть автоматически;
7. Изучение возможностей установленного программного комплекса;
8. Измерение и контроль полученных знаний.

Следует отметить, что усовершенствованный процесс содержит меньше этапов, и мы видим, что основные изменения касаются этапа проектирования модели необходимого набора виртуальных машин и топологии сети и её развертывания на аппаратно-программном уровне в среде ВКЛ. Автоматизация развертывания инфраструктуры в соответствии с моделью позволяет использовать сэкономленное время для других этапов, связанных с учебным процессом в среде ВКЛ.

Более того, предусмотренная возможность реверс-инжиниринга обеспечивает большее понимание учащимися взаимосвязей компонентов, изучаемых корпоративных информационных систем с использованием возможностей электронного представления графических моделей, что позволяет не только увеличить продуктивность работы учащихся, но и разгрузить преподавателя, минимизируя тем самым, время ожидания другими студентами.

Необходимо отметить, что применение в среде виртуальной компьютерной лаборатории решения, на основе визуального моделирования информационных инфраструктур, необходимых для освоения корпоративных распределенных информационных систем, с использованием понятных абстракций и визуализацией связей между ними, существенно повышает скорость погружения студентов в предметную область и позволяет сократить время на выполнение рутинных операций необходимых для развертывания изучаемой информационной системы.

Более того, положительный эффект данного решения, может усилить экспертная система на основе продукционной модели, основанной на правилах, которая

позволяет с помощью вопросов и ответов автоматически загружать необходимую модель виртуальной инфраструктуры из репозитории моделей, а всю необходимую информацию, учащийся получается из контура управления знаниями, реализованного с помощью таких технологических средства блоги, вики, социальная сеть, «Вики-учебник» с возможностью коллаборации всех участников для совместного создания и актуализации учебного контента, блоги пользователей, форумы и система групповых чатов.

Постоянное совершенствование системы управления виртуальной компьютерной лабораторией, обусловлено тем, что освоение многокомпонентных информационных систем становится неотъемлемой необходимой частью в подготовке высококвалифицированных ИТ специалистов.

Предложенный подход, на основе технологии визуального моделирования позволяет усовершенствовать и упростить процессы работы конечных пользователей с ВКЛ: за счет автоматизации рутинных действий и интерактивного представления моделей проектируемых информационных инфраструктур, позволяет не только уменьшить время на их создание, но и существенным образом упрощает процесс ознакомления учащихся с новыми образовательными технологиями, за счёт уменьшения количества ошибок во время создания инфраструктуры, позволяя уделять больше времени проблемно-ориентированным задачам в рамках учебных заданий, выполняемых в среде виртуальной компьютерной лаборатории.

Внедрение виртуальной компьютерной лаборатории делает возможным превращение инноваций в жизнь и способствует существенному отрыву вперед от традиционных образовательных подходов.

Также следует особо отметить, что внедрение виртуальной компьютерной лаборатории позволило организовать создание оптимальной и устойчивой технической, технологической, учебно-организационной, научно-методической и нормативно-административной среды, обеспечивающей поддержку инновационных подходов к компьютерному образованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов М.А., Антипов О. Е. Принципы проектирования виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений. // Сборник трудов международной конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании'2010». Одесса: УКРНИИМФ, 2010.
2. Черемисина Е.Н., Крейдер О. А. Инновационная практика подготовки ИТ-специалистов в университете «Дубна». // Сборник научных трудов / Под ред. Е. Н. Черемисиной. Вып. 2 — М.: ООО «Центр информационных технологий в природопользовании», 2008.
3. Белов М.А., Антипов О. Е. Разработка и внедрение программно-аппаратной платформы виртуальной компьютерной лаборатории в образовательный процесс высшей школы. // Сборник трудов VII международной научно-практической конференции «Наука и современность — 2010». Новосибирск: ЦРНС, 2010.

4. Белов М.А., Антипов О. Е. Опыт использования открытого программного обеспечения в виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений. // Сборник трудов VI международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития образования в России». Новосибирск: ЦРНС, 2010.
5. Белов М.А, Бугров А. Н., Антипов О.Е, Создание и опыт эксплуатации виртуального компьютерного класса как компонента виртуальной компьютерной лаборатории, основанной на ЦОД с применением серверов лезвийной архитектуры. // Сборник трудов IV международной научно-практической конференции «Наука в современном мире». М.: «Спутник+», 2010.
6. Белов М.А., Антипов О. Е. Разработка и внедрение программно-аппаратной платформы виртуальной лаборатории в образовательный процесс высшей школы. Наука и современность — 2010: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. Часть 2. / Под общ. Редакцией С. С. Чернова. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2010.
7. Белов М.А., Токарева Н. А., Антипов О. Е. Архитектура виртуальной компьютерной лаборатории для подготовки специалистов в области информационных технологий // Компьютерные инструменты в образовании, 2011. № 4.
8. Черемисина Е.Н., Белов М. А., Антипов О. Е., Роль виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений в современном компьютерном образовании // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2012. № 1(55).
9. Белов М.А., Антипов О. Е. Технология применения виртуальной компьютерной лаборатории в учебных курсах ВУЗа // Естественные и технические науки. 2012. № 1.
10. Белов М.А., Антипов О. Е. Контрольно-измерительная система оценки качества обучения в виртуальной компьютерной лаборатории // Качество. Инновации. Образование. 2012. № 3.
11. Черемисина Е.Н., Белов М. А., Сорокин А. В., Антипов О. Е. Инновационная практика компьютерного образования в университете «Дубна» с применением виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений // Программная инженерия. 2012. № 5.
12. Черемисина Е.Н., Белов М. А., Митрошин П. А. Комплексные системы электронного обучения как инструментальной оценки компетенций учащихся // Наука и бизнес: Пути развития. 2013, № 5.
13. Черемисина Е.Н., Белов М. А. Лишилилин М. В. Анализ ключевых активностей жизненного цикла управления знаниями в ВУЗе и формирование концептуальной модели архитектуры системы управления знаниями // Открытое образование. 2013, № 3.
14. Черемисина Е.Н., Белов М. А., Лишилилин М. В. Концепция инновационной подготовки ИТ-специалистов с применением виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологий облачных вычислений и виртуального знаниевого пространства // Вестник Международного университета природы, общества и человека «Дубна», № 1, 2014
15. Белов М. А. Лишилилин М. В., Токарева Н. А., Антипов О. Е. От виртуальной компьютерной лаборатории к управлению знаниями. Итоги и перспективы // Качество. Инновации. Образование. № 9, 2014.
16. Белов М. А. Лишилилин М. В., Токарева Н. А., Сорокин А.В Концептуальная модель системы управления знаниями для формирования профессиональных компетенций в области ИТ в среде виртуальной компьютерной лаборатории // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 11.
17. Cheremisina E.N., Belov M. A., Potemkina S. V. Distance learning through distributed information systems using a virtual computer lab and knowledge management system // Journal of Emerging Research and Solutions in ICT № 2, Bitola, Macedonia, 2016.
18. Белов М.А., Лупанов П. Е., Токарева Н. А., Черемисина Е. Н. Концепция усовершенствованной архитектуры виртуальной компьютерной лаборатории для эффективного обучения специалистов по распределённым информационным системам различного назначения и инструментальным средствам проектирования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2017. — Т. 13, № 1. — С. 182–189.
19. Cheremisina, E.N., Belov, M.A., Tokareva, N.A., Grishko, S.I., Sorokin, A.V. Embedding of containerization technology in the core of the Virtual Computing Lab // Proceedings of the XXVI International Symposium on Nuclear Electronics & Computing (NEC'2017) Becici, Budva, Montenegro, September 25–29, 2017. — ISSN1613–0073 / — Vol. 2023. -Pp. 299–302. — <http://ceur-ws.org/Vol-2023/299–302-paper-48.pdf>.
20. Белов М.А., Крюков Ю. А. Михеев М. А., Лупанов П. Е., Токарева Н. А., Черемисина Е. Н. Повышение продуктивности освоения распределённых информационных систем в виртуальной компьютерной лаборатории на основе применения технологий контейнеризации и оркестровки контейнеров // Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование [S.I.]», v. 14, n. 4, p. 823–832, dec. 2018. ISSN2411–1473. Доступно на: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/447>. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.14.201804.823–832>
21. [3] Belov, M.A., Krukov, Y.A., Mikheev, M.A., Tokareva, N.A., Cheremisina, E. N. Essential aspects of it training technology for processing, storage and data mining using the virtual computer lab. // Proceedings of the VIII International Conference “Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education” (GRID2018), Dubna, Moscow region, Russia, September 10–14, 2018. — ISSN1613–0073 / — Vol. 2267. -Pp. 207–212. — <http://ceur-ws.org/Vol-2267/207–212-paper-38.pdf>.

© Белов Михаил Александрович (belov@uni-dubna.ru), Лупанов Павел Евгеньевич (lupanov@uni-dubna.ru),
 Минзов Анатолий Степанович (9083083@rambler.ru), Токарева Надежда Александровна (tokareva@uni-dubna.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОЗДАНИЕ ПОЛИГОНА ЗАЩИЩЕННОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИПТО-МАРШРУТИЗАТОРОВ DIONISNX НА БАЗЕ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ КНИТУ

CREATING TESTING GROUND OF A PRIVATE NETWORK OF DATA TRANSMISSION NETWORK WITH THE USE OF DIONISNX CRYPTO-ROUTERS BASED ON THE CORPORATE NETWORK OF KNITU

**V. Bogomolov
I. Pervuhin**

Summary. The article discusses the transfer of the corporate network of the Kazan National Research Technological University (KNRTU) to domestic DionisNX crypto routers developed by "Factor-TS" and the creation of a training and testing ground based on the KNRTU corporate network. The article discusses in detail the corporate network before the upgrade and after the upgrade. A high-availability central node is made by using a cluster of 2 DionisNX devices.

Keywords: Crypto routers, corporate networks, import substitution, firewall, virtual private networks, high-availability clusters, training ground, testing software and hardware systems, DionisNX, secure channels, protected networks, network security.

Богомолов Владислав Афанасьевич

*К.т.н., доцент, Казанский национальный исследовательский технологический университет
vladbogomolov72@mail.ru*

Первухин Илья Дмитриевич

*К.т.н., главный электроник, Казанский национальный исследовательский технологический университет
pervuhin@kstu.ru*

Аннотация. В статье рассматривается перевод корпоративной сети Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ) на отечественные крипто-маршрутизаторы DionisNX разработанные НПП "Фактор-ТС" и создание учебно-испытательного полигона на базе корпоративной сети КНИТУ. В статье подробно рассмотрена корпоративная сеть до модернизации и после модернизации. Сделан отказоустойчивый центральный узел за счёт использования кластера из 2-х устройств DionisNX.

Ключевые слова: Крипто-маршрутизаторы, корпоративные сети, импорт-замещение, мэжсетевые экраны, виртуальные частные сети, отказоустойчивые кластеры, учебный полигон, тестирование программно-аппаратных комплексов, DionisNX, защищенные каналы, защищенные сети, безопасность сетей.

Введение

Корпоративная сеть передачи данных (КСПД) конкретной организации объединяет сети передачи данных этой организации в единую сеть, в том числе локальные вычислительные сети (ЛВС — LAN (Local Area Network)).

Цель построения корпоративной сети передачи данных — обеспечение доступа к территориально распределенным приложениям и защиты передаваемых данных. К приложениям могут относиться:

- ◆ базы данных;
- ◆ информационные порталы;
- ◆ электронная почта;
- ◆ файловый обмен;

- ◆ телефония;
- ◆ видеоконференцсвязь;
- ◆ системы дистанционного обучения.

Основным методом защиты данных, передаваемых по открытым каналам связи, является криптография. При этом разрешается использовать только сертифицированные средства криптографической защиты [1]. Такие средства разрабатываются только российскими организациями.

КНИТУ необходимо в будущем защитить свою корпоративную сеть. Для этого необходимы: сертифицированное оборудование, подготовленные специалисты с опытом работы, методика построения и обслуживания защищенной сети.

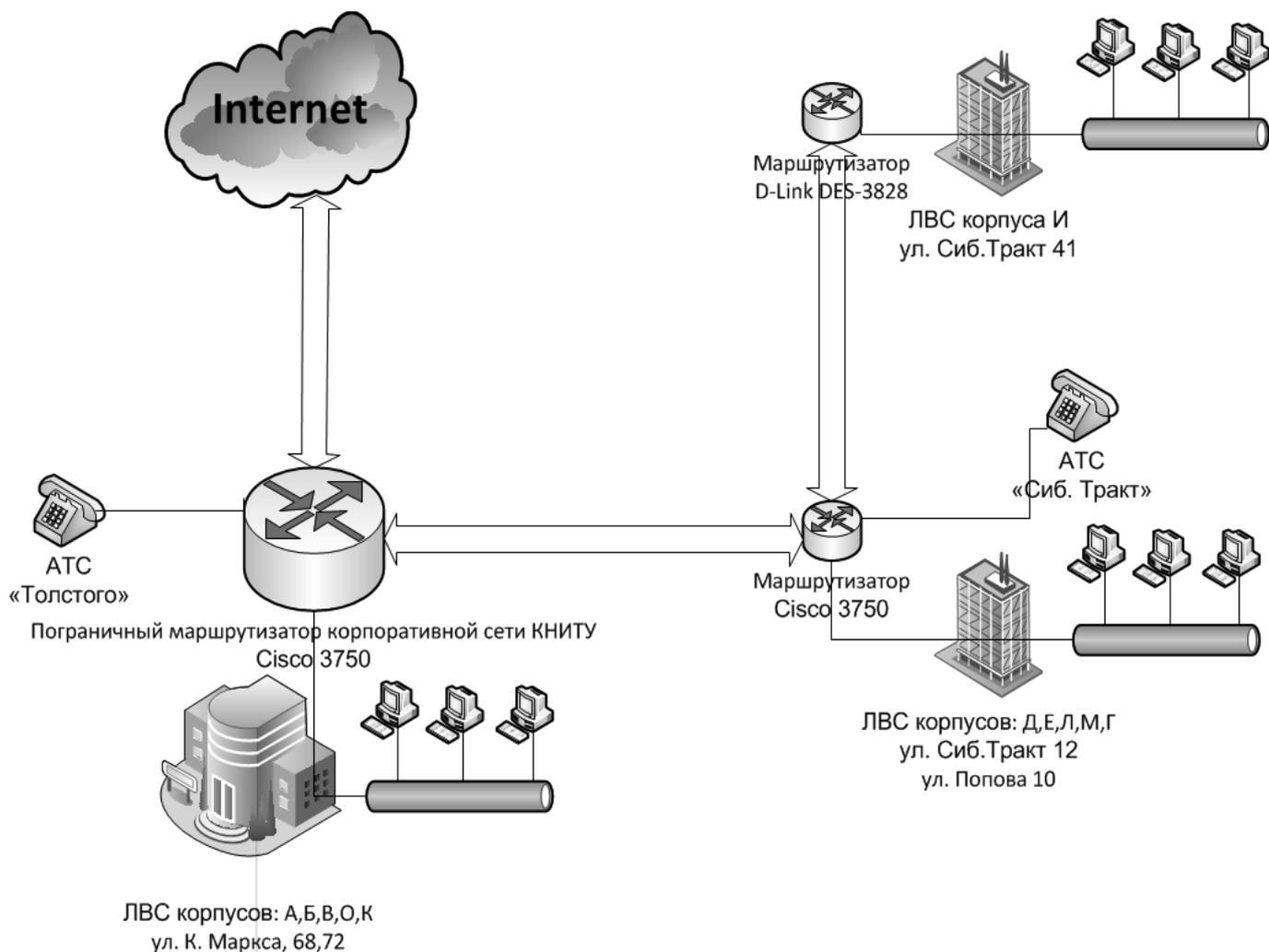


Рис. 1. Общая схема корпоративной сети КНИТУ.

Для создания защищенной корпоративной сети необходимы маршрутизаторы со встроенными средствами криптографической защиты. Такие маршрутизаторы называют крипто-маршрутизаторами.

Подобные крипто-маршрутизаторы разрабатывает НПП «Фактор-ТС» [2–3], с которым у КНИТУ давние отношения по тестированию разработок НПП «Фактор-ТС» и использованию продуктов в учебных целях.

С одной стороны, для НПП «Фактор-ТС» необходим работающий прототип защищенной сети на базе реальной корпоративной сети большой организации, с достаточно большим сетевым трафиком. Для этих целей нельзя использовать реально защищаемую сеть, например, какого-то министерства. Корпоративная сеть ВУЗа является самым подходящим решением.

С другой стороны КНИТУ необходимы:

- ◆ оборудование для модернизации своей корпоративной сети передачи данных;
- ◆ защита передаваемых данных по корпоративной сети;
- ◆ Методика и опыт эксплуатации защищенной сети;
- ◆ площадка для обучения студентов.

НПП «Фактор-ТС» предоставляет бесплатно для КНИТУ крипто-маршрутизаторы, которые КНИТУ сможет использовать для модернизации своей корпоративной сети, отработки методики защиты сети и для подготовки специалистов.

Цель и задачи

Цель данной работы — разработать проект работающего прототипа защищенной сети передачи данных с использованием крипто-маршрутизаторов на базе корпоративной сети КНИТУ.

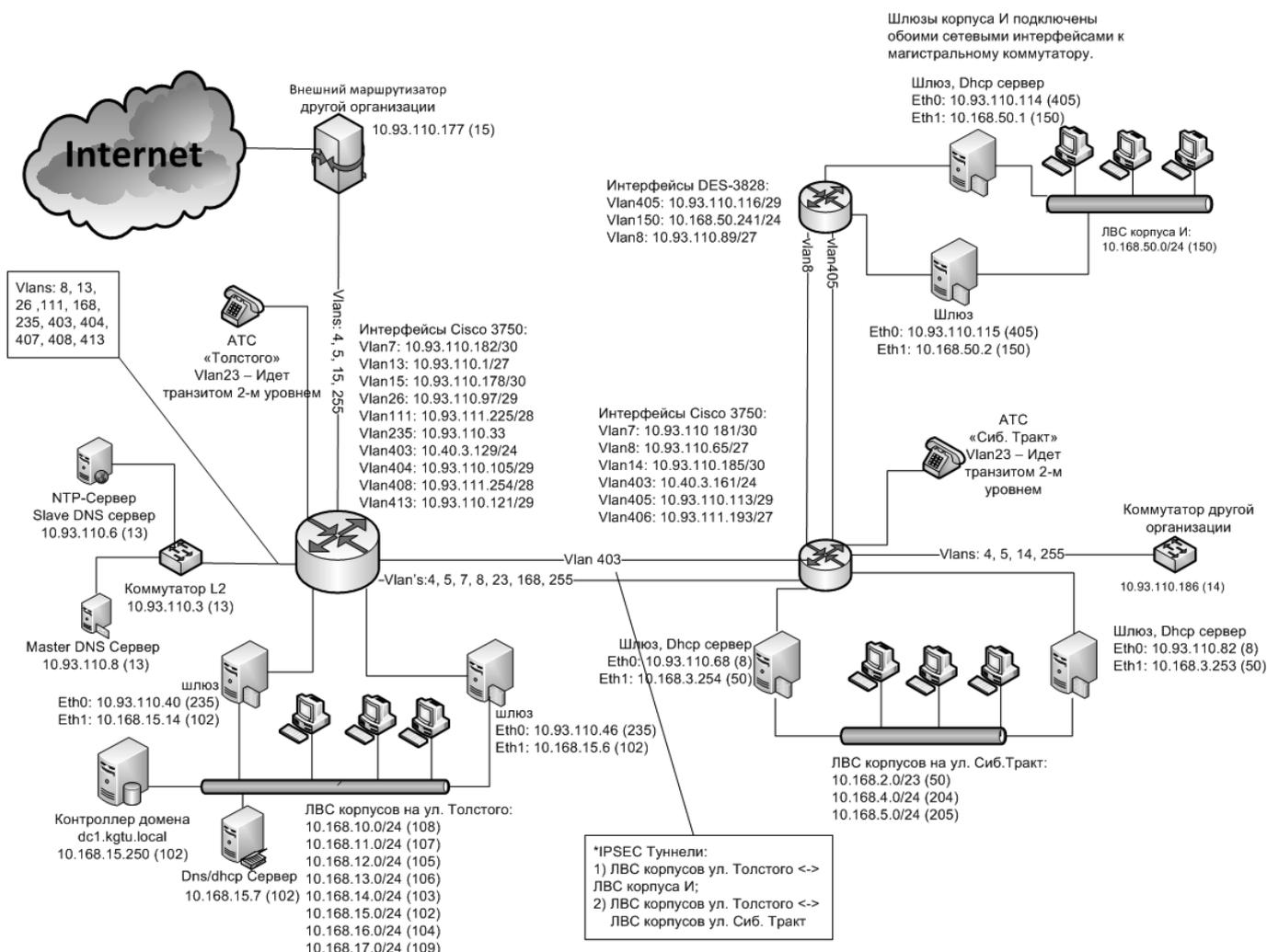


Рис. 2. Техническая схема корпоративной сети КНИТУ.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Проанализировать существующую корпоративную сеть передачи данных КНИТУ.
2. Спроектировать модернизацию сети для создания защищенной сети передачи данных с использованием крипто-маршрутизаторов.
3. Корпоративная сеть КНИТУ на состояние 1.05.2013.

Корпоративная сеть КНИТУ Рис. 1. объединяет локальные вычислительные сети отдельных корпусов в единую сеть передачи данных, в том числе, телефонию. Основные корпуса объединены в 3 кластера:

1. На ул. Толстого 68 и 72 корпуса: "А", "Б", "В", "О", "К";
2. На ул. Сиб.Тракт 12, ул. Попова 10 корпуса: "Д", "Е", "Л", "М", "Г";
3. На ул. Сиб.Тракт 41 корпус "И".

Между собой кластеры соединены различным способом:

- ♦ ул. Толстого 68 и ул. Сиб. Тракт 12 соединены оптическим каналом пропускной способностью 100 Мбит/с и резервным беспроводным каналом 30 Мбит/с по технологии WiMAX.
- ♦ ул. Сиб. Тракт 12 и ул. Сиб. Тракт 41 соединены по технологии WiMAX, пропускная способность канала — 10 Мбит/с, пропускная способность резервного DSL-канала составляет 1 Мбит/с.

Маршрутизация пакетов в сети обеспечивается коммутаторами третьего уровня:

- ♦ Cisco Catalyst 3750 — на ул. Толстого.
- ♦ Cisco Catalyst 3750 — на ул. Сиб.Тракт 12.
- ♦ D-Link DES-3828 — на ул. Сиб.Тракт 41

Доступ персональных компьютеров из локальных сетей в глобальную сеть обеспечивается посредством

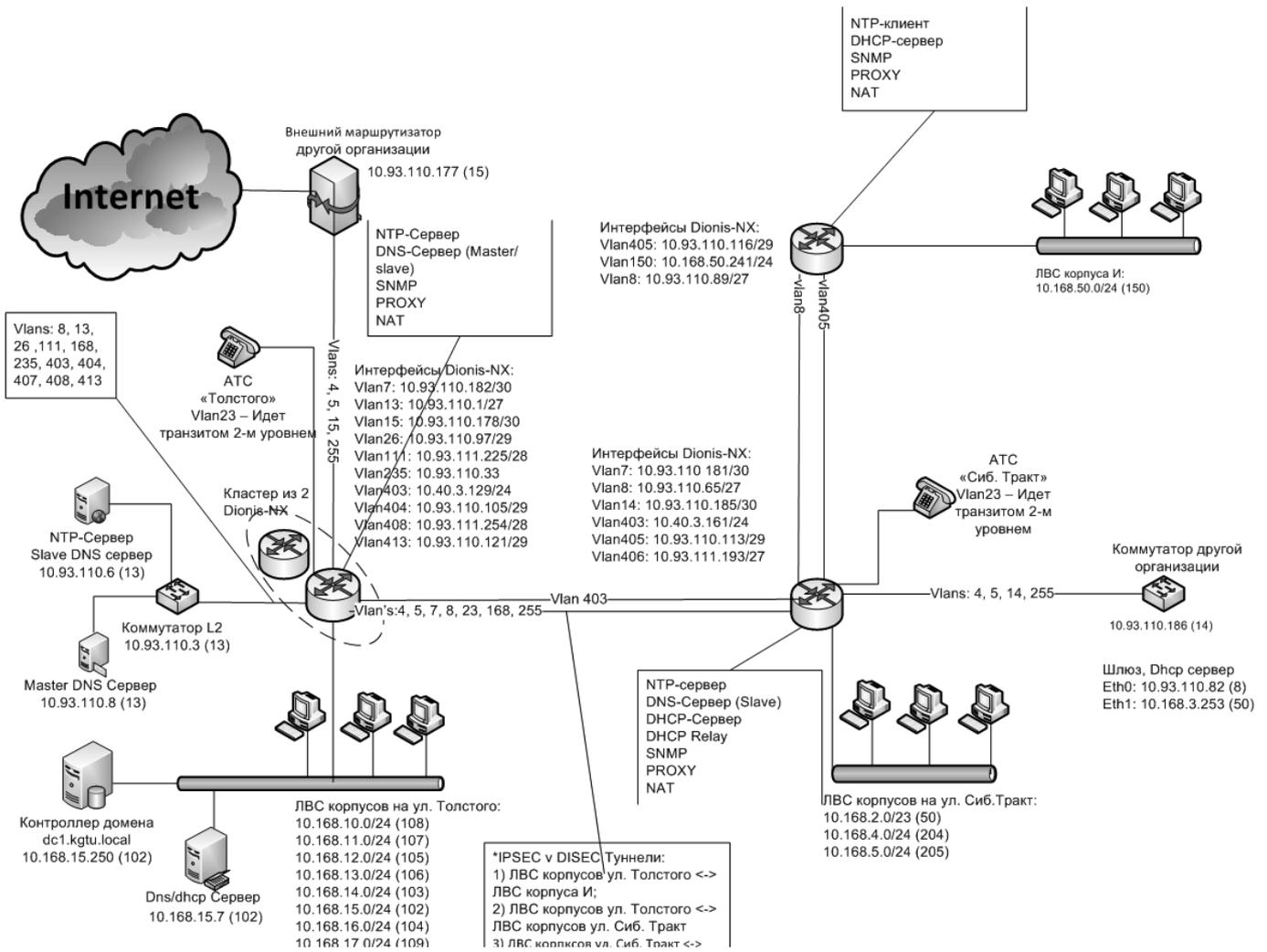


Рис. 3. Техническая схема корпоративной сети КНИТУ после модернизации.

шлюзовых машин. Они же осуществляют пробросы отдельных сегментов локальных сетей между зданиями, с помощью технологии «виртуальная частная сеть» VPN (Virtual Private Network).

Кроме шлюзов в каждом кластере функционируют серверы динамической конфигурации хостов (DHCP).

Используемая в КНИТУ единая система электронного документооборота требует подключение к домену kgtu.local. Как следствие, интеграция подсистемы «Деканат» в единую систему электронного документооборота влечет за собой включение в домен kgtu.local персональных компьютеров деканатов, которые территориально разбросаны по всем трём кластерам. Трафик между персональными компьютерами пользователей удаленных кластеров и контроллером домена необходимо передавать по защищенным каналам связи, что приведёт к увеличению нагрузки на шлюзовые устройства.

Следует отметить, что шлюзы корпуса «И» собраны на базе процессора Intel Pentium III и требуют модернизации.

Полная техническая схема сети приведена на Рис. 2.

Проект защищенной корпоративной сети передачи данных КНИТУ с использованием крипто-маршрутизаторов

Крипто-маршрутизатор НПП «Фактор-ТС» — DionisNX сочетает в себе функции различных устройств, используемых для построения TCP/IP сетей. Маршрутизатор DionisNX построен на базе ядра ОС Linux 3.0.xx и обладает следующими возможностями [4]:

1. Поддержка статической маршрутизации TCP/IP (v4);
2. Поддержка возможности задания статических ARP записей;

3. Поддержка фильтрации пакетов на основе различных критериев и их комбинаций, применительно к интерфейсу или системе в целом:
 - a. протокола;
 - b. адресов и портов источника/назначения;
 - c. mac адреса источника;
 - d. времени;
 - e. поля TOS/DSCP;
 - f. содержимого пакета;
 - g. состояния соединения;
 - h. состоянию флагов TCP;
4. Поддержка различных вариантов трансляции IP адресов (SNAT/DNAT);
5. Поддержка криптографической защиты данных, передаваемых по каналам связи сетей общего пользования, использующих протоколы семейства TCP/IP (компоненты СКЗИ);
6. создание и поддержка статических криптоканалов между узлами Dionis NX с шифрованием и имитозащитой передаваемых IP-пакетов с инкапсуляцией их в протокол «IP в IP»;
7. реализация протоколов IPSEC ГОСТ (IKEv1, ESP), позволяющая создавать статические и динамические туннели IPSEC между узлами Dionis NX;
8. Поддержка протоколов динамической маршрутизации (OSPF, BGP, RIP);
9. Поддержка протоколов групповой передачи (Multicasting): IGMP (Протокол управления группами Интернет) и DVMRP (Дистанционно-векторный протокол многоадресной маршрутизации);
10. Поддержка механизмов качества обслуживания (QoS);
11. Поддержка виртуальных локальных компьютерных сетей (VLAN);
12. Поддержка агрегации интерфейсов (bonding);
13. Поддержка инкапсуляции IP пакетов в туннели GRE;
14. Поддержка сервера доменных имен (DNS);
15. Поддержка сервера динамической конфигурации узла (DHCP);
16. Поддержка прокси-сервера HTTP/FTP с возможностями прозрачного перехвата и фильтрации трафика;
17. Поддержка сервера и клиента удаленного доступа SSH;
18. Поддержка сервера/клиента синхронизации часов по сети (NTP);
19. Поддержка сервера удаленного мониторинга (SNMP);
20. Поддержка протоколирования событий фильтрации IP пакетов;
21. Поддержка протоколирования цикла обработки IP пакетов при прохождении их через маршрутизатор;

22. Поддержка механизма контроля целостности программных компонентов маршрутизатора;
23. Поддержка процедур резервного архивирования и восстановления;
24. Поддержка функционирования узлов Dionis NX в режиме отказоустойчивого кластера.

В качестве основной системы управления маршрутизатором используется CISCO-подобный интерфейс командной строки.

Функциональные возможности DionisNX позволяют заменить коммутаторы Cisco Catalyst 3750 и D-Link DES-3828, а также переложить такие функции, как DHCP, трансляцию адресов и т.д. с отдельных серверов на единое устройство — DionisNX.

После модернизации полная техническая схема корпоративной сети КНИТУ будет выглядеть так Рис. 3.

Из схемы видно, что маршрутизаторы DionisNX возьмут на себя следующие функции:

- ◆ Маршрутизация
- ◆ Криптографическая защита пересылаемых данных
- ◆ Отказоустойчивый кластер
- ◆ NTP-сервер
- ◆ DNS-сервер
- ◆ DHCP-сервер
- ◆ SNMP
- ◆ PROXY
- ◆ NAT

Заключение

Проведенная работа показала возможность модернизации корпоративной сети КНИТУ используя крипто-маршрутизаторы НПП «Фактор-ТС» — DionisNX.

Модернизация корпоративной сети КНИТУ позволит:

- ◆ уменьшить количество устройств в сети;
- ◆ привести магистральную сеть КНИТУ к единой «элементной базе»;
- ◆ повысить отказоустойчивость центрального узла за счёт использования кластера из 2-х устройств DionisNX;

Кроме этого, будет создан работающий прототип защищенной сети передачи данных с использованием крипто-маршрутизаторов на базе корпоративной сети КНИТУ, что позволит:

- ◆ тестировать маршрутизаторы «Дионис»;
- ◆ отработать методику построения защищенной сети;
- ◆ обучать студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Методические рекомендации по обеспечению с помощью криптосредств безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных с использованием средств автоматизации», утвержденные руководством 8 Центра ФСБ России 21.02.2008 № 149/54–144
2. Селезнёв С., Иванов М., Ершов Р., Яковлев Д., Чеботарёв Н., Яковлев В. «Организация защищённого межсистемного информационного взаимодействия в распределённых АС предприятия на основе технологии DIONIS ANYCONNECT» // Методы и технические средства обеспечения безопасности информации — № 25. С. 28–29.
3. Кисельников Д.А. «Анализ эффективности защиты информации, обрабатываемой криптографическими маршрутизаторами DIONIS FW 16000 KB2, в условиях реализации различных сетевых атак» // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. — 2014. С. 97–98.
4. Руководство администратора DionisNX, НПП «Фактор-ТС», 2013.

© Богомолов Владислав Афанасьевич (vladbogomolov72@mail.ru), Первухин Илья Дмитриевич (pervuhin@kstu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫБОРА ПОДХОДА К ТЕСТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

THEORETICAL METHOD AND COMPUTER IMPLEMENTATION FOR THE SELECTION OF APPROACH TO SOFTWARE TESTING

E. Galimova

Summary. The article is devoted to the development and computer implementation of the method of choosing between automated, manual and semi-automated software testing. The technique is implemented using group linear convolution and heuristic estimates. Its essence is to organize the interaction of developers and testers by applying a questionnaire based on software qualitative characteristics.

Keywords: manual testing of software, automated testing of software, semi-automated testing of software, the method of choice, quality.

Галимова Екатерина Юрьевна

*Ассистент, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
galim81@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена вопросу разработки и компьютерной реализации методики выбора между автоматизированным, ручным и смешанным тестированием программного продукта. Методика реализована с применением групповой линейной свёртки и эвристических оценок. Суть её состоит в организации взаимодействия разработчиков и тестировщиков программного продукта путём применения опросного листа, сформированного на базе качественных характеристик программного обеспечения.

Ключевые слова: ручное тестирование ПП, автоматизированное тестирование ПП, смешанное тестирование ПП, методика выбора, качество ПП.

Введение

Тестирование программного обеспечения является эмпирическим исследованием, проводимым с целью предоставления заинтересованным сторонам информации о качестве программного продукта (ПП) в контексте той предметной области, где он будет применяться [1]. Эмпирические составляющая имеет большое значение для разработок в области тестирования программного обеспечения [2], она позволяет оценить экономическую эффективность методов тестирования, поскольку все они в различной степени основаны на эвристике, упрощающих допущениях и предположениях. В отличие от эвристической, экспертная оценка не опирается на конкретные эвристики, проводится в первую очередь на основе профессионального опыта экспертов. В методике, предлагаемой в данной работе, в качестве экспертов выступают разработчики и тестировщики программного продукта.

Разработанный алгоритм основывается на качественных характеристиках программного продукта и на опыте, наблюдениях, практических навыках специалистов, занимающихся разработкой и тестированием программного обеспечения. Компьютерная реализация методики выполнена на языке программирования Си. В качестве компилятора используется GCC. При запуске программы появляется диалог выбора режима работы. Режим «Ответы программистов» служит для ввода ответов разработ-

чиками ПП. Режим «Мнение тестировщиков» предназначен для выбора весов тестировщиками ПП. При выборе режима «Ответы программистов» предлагается ответить на 27 вопросов об исследуемом программном продукте. Ответы дают непосредственно разработчики и/или аналитики. Вопросы, связывающие характеристики исследуемого программного продукта с рекомендуемым видом тестирования приведены в таблице 1.

На каждый вопрос предлагается дать утвердительный или отрицательный ответ (рис. 1). Вопросы основаны на характеристиках качества программного обеспечения, указанных в ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 [3]: функциональные возможности, надёжность, практичность, эффективность, сопровождаемость, мобильность. Подробно сопоставление вопросов и качественных характеристик программного продукта обсуждалось в работе [4].

Результатом работы в режиме «Ответы программистов» является файл данных с ответами разработчиков ПП. В режиме «Мнение тестировщиков» считывается файл с данными ответов разработчиков ПП, далее для каждого ответа разработчиков ПП выводится форма, содержащая текст вопроса, ответ, данный разработчиками, и поле для выбора веса (рис. 2).

Весы представлены в виде дискретного набора [0, 1/4, 1/2, 3/4, 1]. После ввода весов для каждого ответа запу-

Таблица 1. Вопросы о характеристиках программного продукта.

№ вопроса	Автоматизированное	Ручное	Смешанное
1	Есть ли в ПП функционал для выполнения повторяющихся действий?	Предполагает ли функционал выполнение ручных действий во время работы ПП?	Планируется ли проводить функциональное тестирование?
2	Часто ли будут выходить новые версии ПП?	Планируется ли проверка эргономичности ПП?	Это игровой ПП?
3	Имеется ли большое количество форм с полями для ввода данных?	Планируется ли регулярно проверять корректность установки, обновления и удаления ПП?	Предполагается ли создавать наборы входных тестовых данных заново перед каждой итерацией тестирования?
4	Предъявляются ли высокие требования к производительности?	Будет проверяться удобочитаемость формата выходных данных? Важна ли простота и быстрота восприятия выходных данных?	Будет ли проводиться тестирование на некорректных входных данных?
5	Будут ли при работе с ПП производиться переходы с одной платформы (конфигурации аппаратных средств) на другую?	Использовалось ли при разработке много сторонних управляющих элементов?	Это экспертная система?
6	Предполагается ли эксплуатация ПП на максимальной нагрузке?	Необходимо ли оценивать способность восстановления системы после сбоя?	При разработке ПП использовались сложные логические структуры (ветвления, циклы)?
7	В ПП много web-ссылок?	Много ли в ПП графических объектов?	Тестируемый объект является программно-аппаратным комплексом?
8	Планируется ли проводить анализ покрытия кода?	Много ли в ПП функционала, который предполагает печать документов на принтере?	Будет ли проводиться тестирование на проникновение?
9	Будет ли проводиться дымовое тестирование?	Должно ли тестирование пройти в сжатые сроки?	Существует ли значительная вероятность того, что в процессе выполнения тестовых сценариев придётся их изменять и/или вводить дополнительные проверки?

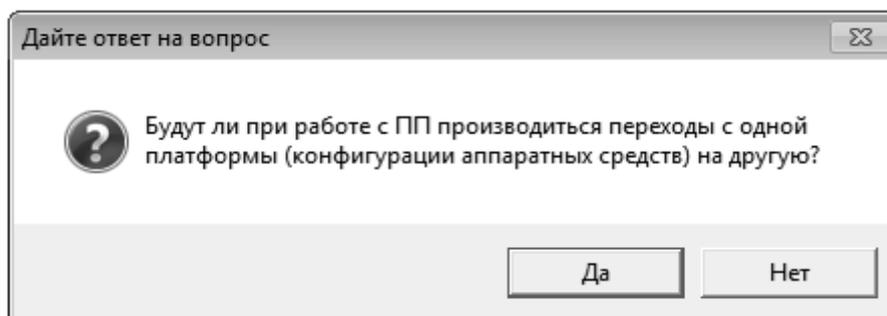


Рис. 1. Форма ввода ответа разработчиками ПП

Рис. 2..Форма ввода весов тестировщиками ПП

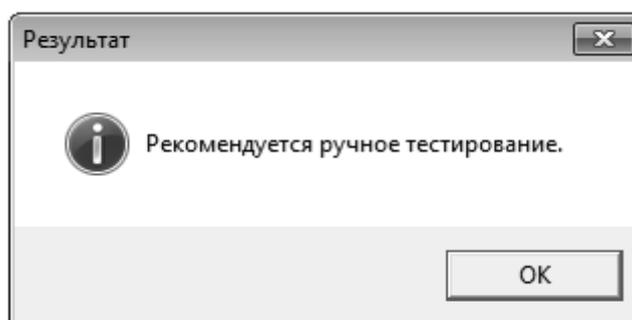


Рис. 3. Информационное сообщение о рекомендуемом виде тестирования

скается функция `binToFloat()`, осуществляющая переход бинарных оценок $\beta \rightarrow \mathbf{b}$, затем функция `func()` реализует переход $\alpha \rightarrow \mathbf{a}$. После выполнения переходов $\beta \rightarrow \mathbf{b}$ и $\alpha \rightarrow \mathbf{a}$ вызывается функция `convolution` для вычисления свёртки $P = a1b1 + a2b2 + \dots + akbk$. Результатом является целая величина, соответствующая одному из трех сообщений с рекомендациями по виду тестирования: автоматизированное, ручное или смешанное (рис. 3). Подробно алгоритм решения поставленной многокритериальной задачи описан в работе [5].

Выполнено моделирование программных продуктов на основе их функциональных характеристик. Модель 1 — приложение для создания диаграмм, схем, планов. Есть встроенные шаблоны, функции добавления, удаления, перемещения элементов, автоматическое форматирование, большое количество визуальных эффектов, возможно совместное использование диаграмм. Модель 2 — приложение для верстки документов с поддержкой

шрифтов и текста в Unicode, включая тексты, пишущиеся справа налево. Есть шаблоны страниц, различные вращаемые и масштабируемые блоки, ручной кернинг. Для простоты использования создана электронная справочная система, настраиваемые «горячие клавиши». Модель 3 — программа, сканирующая 32-битные и 64-битные исполняемые файлы Windows с расширениями `exe`, `dll`, `sys` и тому подобные. На основе файлов строится иерархическое дерево всех библиотек, используемых в исследуемом программном продукте. Цветом выделяются проблемные участки кода. В таблице 2 отображены результаты применения разработанного метода к вышеуказанным моделям:

Результаты

применения методики соответствуют итоговым рекомендациям, полученным путем эмпирической и экспертной оценок.

Таблица 2. Результаты применения методики.

№ вопроса	Модель 1		Модель 2		Модель 3	
	Ответы программистов	Мнение тестировщиков	Ответы программистов	Мнение тестировщиков	Ответы программистов	Мнение тестировщиков
1	да	1	да	0,75	нет	0
2	да	1	да	1	нет	0
3	да	1	нет	0,5	нет	0
4	нет	0,25	нет	0,25	нет	0
5	да	1	да	0,5	нет	0
6	нет	0	нет	0	нет	0
7	нет	0	нет	0	нет	0
8	нет	0,25	нет	0	нет	0
9	да	1	да	1	да	0,75
10	нет	0,5	да	0,25	да	0,5
11	да	0	да	0,25	да	0,25
12	нет	0,5	нет	1	нет	0,25
13	да	0,25	да	0	да	0
14	нет	0,75	нет	0,75	да	0,75
15	нет	0,5	да	0,5	да	0
16	да	0	да	0	нет	0,75
17	нет	0,5	нет	0,5	нет	0,75
18	да	1	да	0,5	да	0
19	да	1	да	1	да	1
20	нет	0	нет	0	нет	0
21	да	0,75	да	0,75	да	1
22	нет	0,5	да	1	да	0,75
23	нет	0	нет	0	нет	0
24	да	0,75	да	0,5	да	0,5
25	нет	0,25	нет	0	нет	0
26	нет	0	нет	0	нет	0
27	да	1	нет	0,25	нет	0,25
Итоговая рекомендация	Автоматизированное		Смешанное		Ручное	

Заключение

Данную методику можно применять в организациях, занимающихся разработкой программного обеспече-

ния, в состав структурных подразделений которых входят отдел разработки и отдел тестирования. Допустимо её применение как для всего ПП, так и для отдельного программного модуля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Christien Faulkner, Software Engineering, accessed april 2, 2019, http://www.ebook3000.com/Software-Engineering_78420.html
2. Lionel C. Briand A Critical Analysis of Empirical Research in Software Testing, First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007), accessed april 2, 2019, <https://ieeexplore.ieee.org/document/4343726>
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126–93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. / М.: Изд-во стандартов, 2004.
4. Галимова Е. Ю., Коваленко А. Н. «Метод выбора между ручным и автоматизированным тестированием, основанный на свойствах программного продукта». Журнал «Вестник Донского государственного технического университета», № 4, 2016. С. 134–140.
5. Галимова Е. Ю., Коваленко А. Н. «Выбор способа тестирования как решение многокритериальной задачи» [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2016, № 3, URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3756>

© Галимова Екатерина Юрьевна (galim81@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНЦИДЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ: ВИДЫ, ПРИЧИНЫ И НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

INFORMATION SECURITY INCIDENTS IN TRANSPORT: TYPES, CAUSES AND NEGATIVE CONSEQUENCES

L. Gruzdeva

Summary. Statistical analysis of relevant threats of information security in the world and Russia for 2018 is presented in article. Incidents of information security on water, air and railway transport are considered. As examples of incidents the attacks with use of the malicious software as most widespread method of cyber-attacks of malefactors are selected. The key principle of strategy of protection of transport information systems is formulated.

Keywords: transport information system, information security, information security incident, information threat, information attack.

Груздева Людмила Михайловна

*К.т.н., доцент, Российский университет
транспорта (РУТ-МИИТ), Москва
docentglm@gmail.com*

Аннотация. В статье представлен статистический анализ актуальных угроз информационной безопасности в мире и России за 2018 г. Рассмотрены инциденты информационной безопасности на водном, воздушном и железнодорожном транспорте. В качестве примеров инцидентов выбраны атаки с использованием вредоносного программного обеспечения, как самого распространенного метода кибератак злоумышленников. Сформулирован ключевой принцип стратегии защиты транспортных информационных систем.

Ключевые слова: транспортная информационная система, информационная безопасность, инцидент информационной безопасности, угроза информационной безопасности, информационная атака.

Введение

В настоящее время является достоверным фактом то, что ни одна организация не независимо ни от форм собственности, ни от отрасли экономики, ни от страны месторасположения, не застрахована от угроз информационной безопасности (кибератак). Данное обстоятельство вызвано тем, что мировая экономика становится все более зависима от цифровых технологий, а угрозы перманентно развиваются, становятся все более сложными и непредсказуемыми.

Транспортные информационные системы (ИС) так же не являются исключением, сети становятся все более открытыми и взаимосвязанными, что усугубляет проблему обеспечения безопасности информационных ресурсов и процессов [1]. Использование традиционных закрытых сетей не позволительно, так как не отвечает запросам современной цифровой экономики.

Несмотря на то, что по данным аналитического отчета компании Positive Technologies за 2018 г. только 1% информационных атак было совершено на объекты транспорта [2], нужно учитывать, что информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети и автоматизированные системы управления, функционирующие в сфере транспорта отнесены на законодательном уровне к критической информационной инфраструктуре [3]. Инциденты информационной безопасности [4] на транспорте могут привести к масштабным и губительным последствиям во многих от-

ношениях — не только крупным финансовым затратам на восстановление инфраструктуры, но и к человеческим жертвам.

Анализ статистических данных. Аналитический центр InfoWatch в 2018 г. зарегистрировал в мире 2263 случая утечки конфиденциальной информации, что на 6,2% больше, чем в 2017 г. и на +182,5%, чем в 2011 г. В результате скомпрометировано 7,28 млрд. записей. При этом доля умышленных утечек записей данных от общего числа утечек из информационных систем сферы промышленности и транспорта в 2018 г. составила 60,7% (рис. 1).

Россия с 2013 г. занимает второе место по числу утечек данных из защищаемых информационных систем, уступая первенство только Соединенным Штатам Америки [5]. Нарушители информационной безопасности успешно реализовали в 2018 г. угрозы с целью похищения следующих типов данных:

- ◆ персональные данные (69,5%);
- ◆ платежная информация (16,9%);
- ◆ государственная тайна (5,4%);
- ◆ коммерческая тайна, ноу-хау (8,1%).

Каналами утечек данных являются мобильные устройства, съёмные носители, электронная почта и бумажные документы, но лидирующее место занимают информационно-телекоммуникационные сети (браузер, cloud). В 2018 г. сеть была использована в 72,2% случаев утечек, что на 3% больше, чем было зафиксировано в 2017 г.



Рис. 1. Доля умышленных утечек записей данных от общего числа утечек по отраслям

Самым распространенным методом кибератак злоумышленников является использование вредоносного программного обеспечения (ПО), их доля в 2018 г. составила 56%. Данный метод нарушители информационной безопасности часто комбинировали с социальной инженерией и/или эксплуатацией веб-уязвимостей (рис. 2).

Примеры инцидентов информационной безопасности

Рассмотрим примеры атак с использованием вредоносного программного обеспечения на транспортные информационные системы.

В июне 2017 г. была совершена крупная кибератака с использованием вируса NotPetya на информационную инфраструктуру судоходного гиганта «Maersk Line» (Дания). Успешная реализация атаки привела к финансовым потерям компании, оцененные в 300 млн. долларов США. Данная сумма включает, среди прочего, потерю доходов и затраты на восстановление информационной системы.

Каналом реализации информационной угрозы послужила электронная почта. Сотрудник «Maersk Line»

в Украине ответил на электронное письмо с вирусом NotPetya, результат его действий — повреждение ИС. Для решения данной проблемы и дальнейшего сдерживания угрозы, компания была вынуждена отключить заражённые сети, приостановив большинство операций. Это привело к почти полной остановке работы компании, так как был прекращён приём бронирований, контейнеровозы стояли в открытом море, а 76 портовых терминалов по всему миру остановили свою работу. Восстановление информационной инфраструктуры «Maersk Line» было осуществлено через восемь дней после атаки.

Реализация угрозы прошла успешно независимо от мер, которые «Maersk Line» предпринимает для предотвращения информационных инцидентов. В своем отчете за 2016 г. компания указала, что участвует в сложных и широкомасштабных глобальных проектах цифровизации своего бизнеса, что делает его в значительной степени зависимым от хорошо функционирующих ИС. Управление информационными рисками осуществляется посредством тщательного мониторинга, повышения устойчивости к кибератакам и особого внимания на непрерывное и надежное управление бизнесом даже при

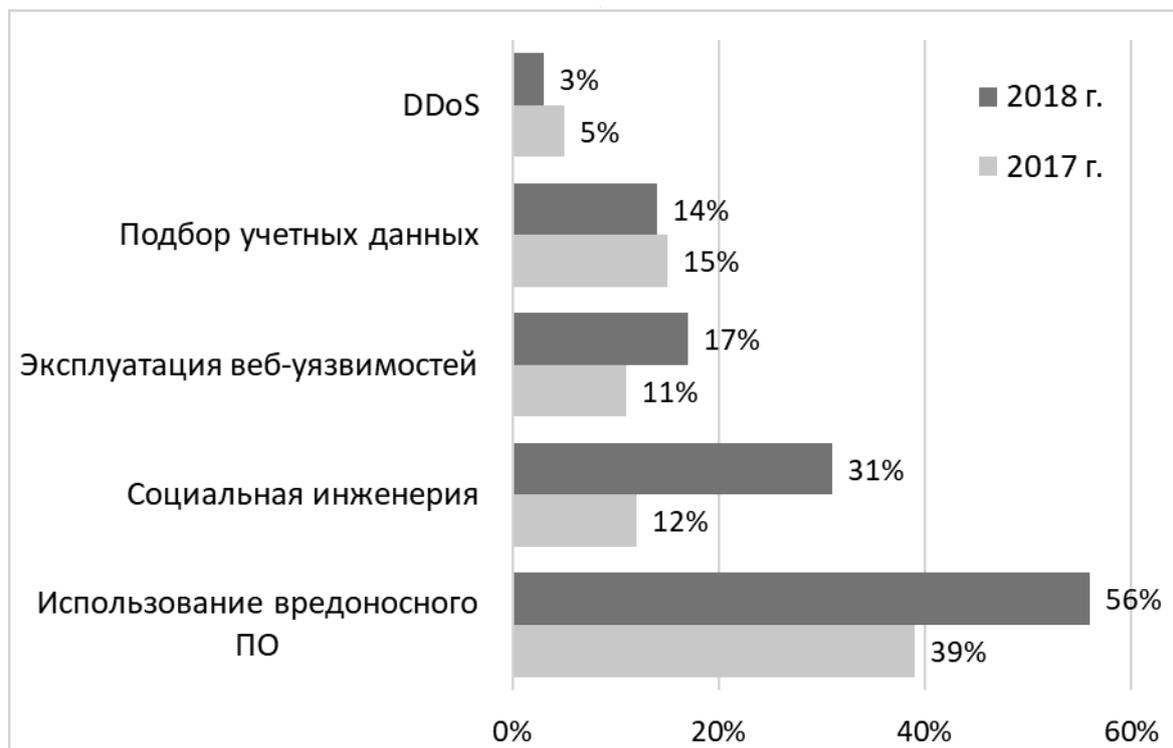


Рис. 2. Методы информационных атак

успешных атаках на информационные ресурсы компании.

После описанного инцидента для дальнейшего повышения устойчивости киберпространства в «Maersk Line» было реализовано и запланировано много немедленных и долгосрочных инициатив для защиты цифрового бизнеса, укрепления информационной инфраструктуры, повышения непрерывности и быстрого восстановления ИТ-услуг компании. Кроме того, компания застраховала риски от информационных инцидентов (киберстрахование) для смягчения некоторых потенциально возможных финансовых потерь от успешных кибератак в будущем.

Также с использованием вируса NotPetya в июне 2017 г. атаке был подвергнут украинский международный аэропорт Борисполь в Киеве. В результате инцидента, на некоторое время были отключены табло прилёта/вылета и сайт аэропорта. Работа аэронавигационных систем, также подвергнутых атаке, не была нарушена, самолёты прилетали и улетали по расписанию. Данное происшествие не нанесло серьёзного ущерба компании, однако, сказалось на её деятельности.

В сентябре 2018 г. атака с использованием программы-вымогателя NotPetya нарушила работу аэропорта Бристоля. Руководство аэропорта отказалось выпол-

нить требования хакеров и выплачивать требуемую сумму для разблокировки информационных ресурсов. Как оказалось, целью злоумышленников являлся административный блок управления аэропортом, но достичь её не удалось, благодаря своевременно принятым мерам. Информационная система аэропорта вернулась к работе в штатном режиме через два дня.

По оценкам Европейского агентства по авиационной безопасности, около 1000 кибератак нацелены на авиационные системы во всем мире каждый месяц. В исследовании, проведенном Технологическим институтом Флориды (Florida Tech), перечисляются следующие элементы авиационной отрасли, которые потенциально уязвимы для кибератак: системы доступа, выезда и паспортного контроля, обработка грузов и доставка, системы управления полетом, управление полетным движением, перевозка опасных материалов, бортовой компьютер и навигационные системы, системы бронирования.

В мае 2017 г. компьютеры российских железных дорог были атакованы с помощью относительно нового семейства вымогателей WannaCry (WCry). Вирус заразил более 200 000 компьютеров в 150 странах в течение дня [6]. Специалисты по защите информации РЖД быстро локализовали инфекцию и железнодорожные перевозки не пострадали. Атаке с использованием WannaCry под-

верглась и информационная инфраструктура железнодорожной сети Германии Deutsche Bahn.

Эксперты считают, что вирус WannaCry использует уязвимость в программном обеспечении Microsoft Windows, впервые выявленную Агентством национальной безопасности США. После захвата компьютеров он отображал сообщения с требованием уплаты 300 долларов США (230 фунтов) в виртуальной валюте Биткойн, чтобы разблокировать файлы и вернуть их пользователю. Анализ BBC показал, что хакерам заплатили эквивалент £22,080 [7].

Заключение

Стратегии защиты транспортных информационных систем должны быть сформулированы с учетом одно-

го ключевого принципа: ни одна защита не является неприступной. Независимо от мер по обеспечению информационной безопасности, которые предпринимают службы по защите информации, существует вероятность того, что информационные угрозы найдут «путь» для успешной реализации. Поэтому каждая организация должна быть готова реагировать и восстанавливаться путем создания кибер-устойчивости:

- ◆ быстро выявлять и реагировать на текущие нарушения информационной безопасности (кибератаки);
- ◆ устранять нарушение в системе безопасности и пытаться остановить потерю конфиденциальных данных и уменьшить потенциальный ущерб;
- ◆ применять извлеченные уроки из сложившейся ситуации для дальнейшего укрепления защиты и предотвращения повторных инцидентов информационной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Securing the Transportation Network of Tomorrow [Электронный ресурс] // trendmicro.com: сайт. — URL: <https://www.trendmicro.com/vinfo/ru/security/news/internet-of-things/securing-the-transportation-network-of-tomorrow>.
2. Актуальные киберугрозы — 2018: тренды и прогнозы [Электронный ресурс] // Positive Technologies: сайт. — URL: <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/analytics/Cybersecurity-threatscape-2018-rus.pdf>.
3. Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001–2006 «Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования»
5. Глобальное исследование утечек конфиденциальной информации в 2018 году [Электронный ресурс] // infowatch.ru: сайт. — URL: <https://www.infowatch.ru/report2018>.
6. Massive WannaCry/Wcry Ransomware Attack Hits Various Countries [Электронный ресурс] // blog.trendmicro.com: сайт. — URL: <https://blog.trendmicro.com/trendlabs-security-intelligence/massive-wannacrywcry-ransomware-attack-hits-various-countries/>.
7. Ransomware cyber-attack threat escalating — Europol [Электронный ресурс] // bbc.com: сайт. — URL: <https://www.bbc.com/news/technology-39913630>.

© Груздева Людмила Михайловна (docentglm@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МОДУЛЕЙ БТИЗ И БВД

AUTOMATED MEASUREMENT OF THE DYNAMIC PARAMETERS OF THE IGBT AND FRD SEMICONDUCTOR MODULES

**A. Drakin
V. Zotin
A. Shkolin**

Summary. The article devotes to automating the measurement of the dynamic parameters of power semiconductor modules based on bipolar transistors with insulated gate bipolar transistors (IGBT) and fast recovery diodes (FRD). The authors provide solutions to improve the accuracy of measuring dynamic parameters when developing a device for automated measurements. The circuitry of the main assemblies, technical characteristics and software of a meter designed to automate the monitoring of capacitive parameters of power modules based on transistors and diodes are considered. The results of experimental tests confirming the effectiveness of the proposed method of technical implementation are given. The implementation of the software and hardware complex is described and directions for its further improvement are proposed. The material of the article is of interest to the developers and users of the means of equipment for automated testing of electric parameters of semiconductor devices.

Keywords: automated test equipment, capacitive parameters, power semiconductor modules, IGBT, FRD, MatLab.

Дракин Александр Юрьевич

*К.т.н., с.н.с., Брянский государственный технический университет
ada108@yandex.ru*

Зотин Виталий Федорович

*К.т.н., доцент, с.н.с., Брянский государственный технический университет
v.f.zotin@gmail.com*

Школин Алексей Николаевич

*Н.с., Брянский государственный технический университет
ixe@yandex.ru*

Аннотация. Статья посвящена автоматизации измерения динамических параметров силовых полупроводниковых модулей на базе биполярных транзисторов с изолированным затвором (БТИЗ) и быстро восстанавливающихся диодов (БВД). Приведены решения по повышению точности измерения динамических параметров при разработке прибора для автоматизированных измерений. Рассмотрены схемотехника основных узлов, технические характеристики и программное обеспечение измерителя, предназначенного для автоматизации контроля ёмкостных параметров силовых модулей на базе БТИЗ и БВД. Приведены результаты натурных испытаний, подтверждающие эффективность предложенного метода технической реализации. Описана реализация программно-аппаратного комплекса и предложены направления его дальнейшего совершенствования. Материал статьи представляет интерес для разработчиков и пользователей средств автоматизированного контроля электрических параметров полупроводниковых приборов.

Ключевые слова: автоматизированное тестовое оборудование, ёмкостные параметры, силовые полупроводниковые модули, БТИЗ, БВД, MatLab.

Введение

Национальным стандартом [1] и программными межоперационного и выходного контроля электрических параметров при производстве силовых полупроводниковых модулей на базе биполярных транзисторов с изолированным затвором (БТИЗ, IGBT) и быстро восстанавливающихся диодов (БВД, FRD) предусмотрено измерение их динамических параметров. На основе опыта [2–4], полученного авторами статьи в рамках работ по разработке автоматизированных систем для измерения динамических параметров силовых полупроводниковых модулей (в частности времени обратного восстановления, скорости нарастания напряжения), определенный интерес представляют вопросы, посвященные автома-

тизации измерения входной, выходной ёмкости IGBT и общей ёмкости FRD.

Необходимый диапазон измерения для упомянутых ёмкостей обычно составляет 50 пФ — 50 нФ, а частота тока, на которой проводится измерение, должна быть равна 1 МГц. Повышенная частота и широкий диапазон измерения создают существенные трудности при контроле ёмкостных параметров силовых модулей. Ситуация значительно ухудшается при автоматизации процесса контроля невозможностью непосредственного подключения тестируемого изделия к измерителю и необходимостью применения дополнительных контактирующих устройств для обеспечения возможности быстрой замены испытуемых модулей IGBT/FRD. Применение контактирующего устройства ведёт к значи-

тельному увеличению расстояния между контактами испытуемого модуля и измерителя. Соединительные проводники существенно снижают помехоустойчивость измерителя и искажают результаты измерения, а экранирование проводников вносит в измерительную цепь дополнительную паразитную ёмкость. Например, для коаксиального кабеля 50 Ом она характеризуется величиной около 100 пФ/м.

Получение результата измерения в общем случае возможно при учёте влияния паразитной ёмкости соединительных проводников, которая является аддитивной составляющей результата измерения и может быть устранена при калибровке, однако при этом трудно рассчитывать на высокую точность результата при измерении сравнительно небольших величин ёмкости. Таким образом, разработка метода «дистанционного» измерения ёмкостных параметров силовых модулей и его техническая реализация являются весьма актуальными задачами.

Второй группой вопросов, возникающих при создании автоматизированного тестового и измерительного оборудования, является круг задач, связанных с разработкой программного обеспечения (ПО), с помощью которого можно не только обеспечить удобство использования измерителя, но и получить высокие метрологические характеристики.

Разнообразие программных продуктов, сред разработки и математических методов обработки экспериментальных данных ставит разработчика перед выбором наиболее оптимальных инструментов для решения поставленной задачи. Основными критериями в нашем случае являются скорость разработки, наличие и поддержка стандартных аппаратных интерфейсов, развитый математический аппарат в виде набора готовых функций, реализующих методы статистической обработки, решения дифференциальных уравнений, возможность построения измерительной системы с разработанной аппаратурой и реализации дружественного пользовательского графического интерфейса. В соответствии с изложенными требованиями в качестве возможных альтернатив рассматривались следующие среды разработки: LabVIEW фирмы National Instruments, MatLab фирмы Mathworks, Test Executive And Development Studio — ATEasy фирмы Marvin Test Solutions, а также XperTest отечественной компании «Совтест Микро». После анализа перечисленных сред разработки с точки зрения решаемой задачи, предполагающей разработку оригинального открытого аппаратного обеспечения и ПО верхнего уровня для управления процессом тестирования был выбран MatLab, как продукт, лишённый недостатков потенциальных конкурентов, в рамках рассматриваемой прикладной измерительной задачи.

Материалы и методы

Для устранения проблем, возникающих при «дистанционном» измерении ёмкостных параметров силовых модулей, предлагается метод, основанный на [5] и модифицированный в соответствии с решаемой задачей.

Суть предлагаемого подхода заключается в следующем. Испытуемый образец подключается к контактам измерителя отрезками коаксиального кабеля. При этом длина отрезков соответствует заданной «дистанции». Генератор синусоидального напряжения (ГСН) частотой 1 МГц со стабилизированной амплитудой подключается к одному из выводов испытуемого изделия посредством разделительного конденсатора, обеспечивающего передачу только переменной составляющей. Смещающий источник постоянного напряжения подключается к тому же выводу испытуемого изделия посредством блокировочного дросселя, что обеспечивает прохождение только постоянной составляющей токового сигнала в направлении данного источника. Синусоидальное напряжение ГСН создаёт ток, проходящий по разделительному конденсатору достаточно большой ёмкости, двум коаксиальным кабелям, испытуемому прибору, и образцовому конденсатору C_0 , размещённому в цепи отрицательной обратной связи операционного усилителя (ОУ). При этом вход ОУ поддерживает потенциал инвертирующего входа и жилы одного кабеля близким к нулю, что практически исключает влияние собственной ёмкости этого кабеля на величину этого тока. Собственная ёмкость другого кабеля шунтируется весьма малым выходным сопротивлением генератора синусоидального напряжения и также не влияет на величину тока. Таким образом, амплитуда выходного напряжения ОУ пропорциональна произведению амплитуды напряжения ГСН и измеряемой ёмкости испытуемого образца и обратно пропорциональна ёмкости образцового конденсатора. При постоянной амплитуде напряжения ГСН диапазон измерения ёмкости устанавливается выбором конкретного номинала образцового конденсатора [4].

Для измерения входной ёмкости БТИЗ синусоидальное напряжение ГСН G_2 создаёт ток во входной цепи транзистора (рис. 1). Источник постоянного напряжения G_1 устанавливает требуемое постоянное напряжение коллектор-эмиттер, а разделительный конденсатор C_p соответствующей ёмкости замыкает выходную цепь транзистора по переменной составляющей тока, обеспечивая на частоте 1 МГц практически нулевой импеданс. При этом ёмкость кабеля W_1 в цепи коллектора не влияет на измерительный сигнал, ёмкость кабеля W_3 в цепи затвора шунтирована весьма малым выходным сопротивлением генератора ГСН, а потенциал жилы кабеля W_2 в цепи эмиттера близок к нулю за счёт ОУ DA.

Предлагаемый метод измерения ёмкостных параметров IGBT и FRD реализован в разработанном авторами

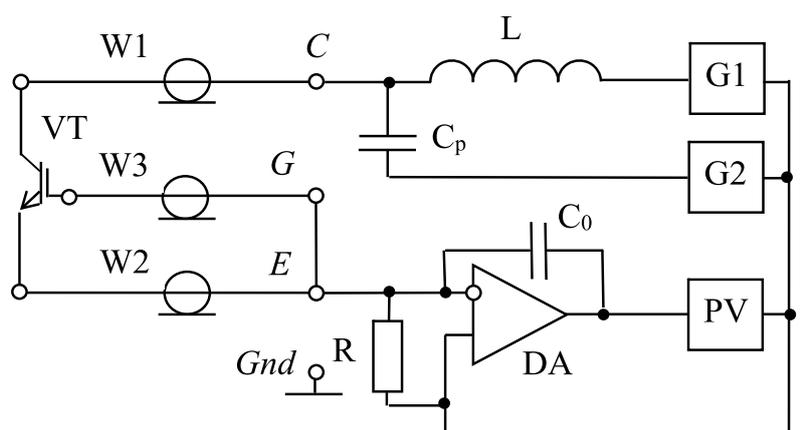


Рис. 1. Схема измерения входной ёмкости IGBT

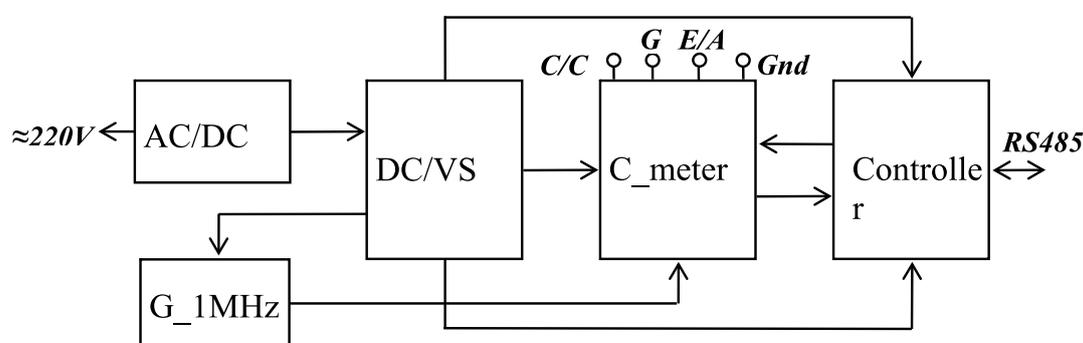


Рис. 2. Функциональная структура блока измерения ёмкостных параметров

блоке измерения ёмкостных параметров, функционирующем под управлением внешней ЭВМ, в составе установки автоматизированного контроля параметров силовых полупроводниковых модулей на базе IGBT и FRD.

Функциональная схема блока (рис. 2) содержит преобразователь сетевого переменного напряжения электропитания $\approx 220V$ в промежуточное постоянное напряжение 12 В (AC/DC), ГСН частотой 1 МГц (G_1MHz), формирователь постоянного испытательного напряжения 25 В с гальванической развязкой и напряжений электропитания ± 5 В и +5 В соответственно для аналоговых и цифровых устройств (DC/VS), измерительный преобразователь контролируемой ёмкости в аналоговый сигнал (C_meter) и микропроцессорное устройство Controller, обеспечивающее режим и выбор поддиапазона измерений, формирование результата и обмен информацией с внешней ЭВМ (интерфейс RS485).

При измерении общей ёмкости FRD с помощью отрезков коаксиального кабеля подключается к контактам C/C (катод) и E/A (анод). На FRD подаётся обратное

смещающее напряжение, равное 25 В. Генератор создаёт высокочастотный синусоидальный ток, амплитуда которого пропорциональна ёмкости диода. В измерительном преобразователе происходит преобразование тока в напряжение, его детектирование и масштабирование. С помощью аналого-цифрового преобразователя в составе контроллера формируется результат измерения ёмкости.

При измерении входной или выходной ёмкости IGBT с помощью отрезков коаксиального кабеля подключается к контактам C/C (коллектор), G (затвор) и E/A (эмиттер).

Результат измерения ёмкостей транзистора формируется аналогично диоду.

Измерительный преобразователь C_meter своей схемой реализует подход, изложенный выше, и содержит ОУ, набор образцовых конденсаторов, разделительный конденсатор, дроссель, преобразователь сигнала и ряд дополнительных элементов. Преобразователь сигнала

выполнен в виде прецизионного выпрямителя на ОУ с применением сигнальных диодов Шоттки, RC-фильтра нижних частот и нормирующего ОУ.

Предлагаемая схемотехника и применение интегральных качественных ОУ (например, ОРА656U) обеспечивают весьма низкий выходной импеданс генератора синусоидального напряжения и, следовательно, практически полную нейтрализацию ёмкости отрезков коаксиальных кабелей.

Основой контроллера блока измерения ёмкостных параметров является модуль STM32F4DISCOVERY с 32-разрядным микроконтроллером на архитектуре ARM. Формирование результата измерения ёмкости производится с помощью 12-разрядного АЦП в составе микроконтроллера.

Для обмена информацией с внешней ЭВМ контроллер содержит интерфейсный преобразователь «RS485/UART» с гальванической развязкой, реализованный на микросхеме ADM2483 (Analog Devices).

Для применения блока измерения ёмкостных параметров в составе установок автоматизированного контроля с организацией локальной информационной сети предусмотрена возможность задания индивидуального адреса контроллера.

Конструктивно измеритель ёмкостей выполнен в виде унифицированного устройства и содержит функциональные узлы согласно схемы на рис. 2 в виде печатных модулей.

Блок обеспечивает измерение ёмкости от 50 пФ до 50 нФ в трёх поддиапазонах: (50–500) пФ, (500–5000) пФ и (5–50) нФ. Выбор поддиапазона для формирования окончательного результата осуществляется автоматически. Основная погрешность измерения ёмкости S_x не превышает $\pm (0,1S_x + 2 \text{ пФ})$.

Постоянное напряжение «коллектор — эмиттер» или «катод — анод» при измерении входной и выходной ёмкости IGBT или общей ёмкости БВД (25 В) поддерживается с погрешностью не более $\pm 0,7 \text{ В}$.

Амплитуда переменной составляющей напряжения «коллектор — эмиттер» с частотой измерения (1 МГц) при измерении входной ёмкости IGBT не превышает 5 мВ.

При измерении выходной ёмкости IGBT затвор соединяется с эмиттером с помощью контакта реле так, что постоянное напряжение «затвор — эмиттер» не превышает величины 10 мВ.

Программа измерения ёмкостных параметров, выполняемая контроллером блока, запускается управляющей программой верхнего уровня, установленной на внешнем персональном компьютере. Управляющая программа реализована в системе MatLab, которая предоставляет достаточный набор средств для программирования и проектирования графического интерфейса, упрощает математическую обработку результатов измерений, позволяет запрограммировать взаимодействие с внешними устройствами через последовательный интерфейс с помощью протокола ModBus-RTU.

Программный цикл предусматривает измерение входной и выходной ёмкости независимо от объекта контроля (IGBT или FRD). Для FRD результат измерения входной ёмкости оказывается нулевым, а под выходной ёмкостью подразумевается его общая ёмкость.

Для компенсации случайной составляющей погрешности измерения управляющей программой предусмотрена возможность многократных измерений и статистической обработки полученных результатов.

Измеритель ёмкости работает под управлением верхнего уровня (ПО персонального компьютера). Для обмена информацией с компьютером на физическом уровне реализован последовательный интерфейс RS-485 с гальванической развязкой и питанием со стороны верхнего уровня, поддерживающий топологию «общая шина». Адресация и форматы передаваемой информации соответствуют стандарту ModBus-RTU.

В частном случае, при определении параметров полевых транзисторов используется национальный стандарт [6]. Согласно этому стандарту (п. 3.1) «Погрешность измерения параметров полевых транзисторов (при распределении составляющих погрешности по нормальному закону) определяют по формуле

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_1^2 + (\alpha_U \delta_U)^2 + (\alpha_I \delta_I)^2 + (\alpha_f \delta_f)^2 + (\alpha_T \delta_T)^2 + \delta_L^2}, \quad (1)$$

где δ_I — основная погрешность измерительной установки; δ_U , δ_I , δ_f , δ_T — соответственно погрешности задания режима: напряжения, тока, частоты измерения, температуры окружающей среды, определенные с доверительной вероятностью 0,997; α_U , α_I , α_f , α_T — коэффициенты влияния напряжения, тока, частоты и температуры на значение измеряемого параметра; δ_L — составляющая погрешности, связанная с «дистанционными измерениями».

Данная формула даёт перечень основных факторов, определяющих режим измерения и оказывающих значимое влияние на результаты измерения.

Описанные выше технические решения позволяют получить показатели точности измерений ёмкостных параметров FRD и IGBT. Поскольку рассмотренное выше техническое решение обеспечивает приемлемую точность только за счёт компенсации одного вида составляющей погрешности измерений из нескольких, а именно — дистанционную составляющую в составе *инструментальной* погрешности, постольку имеется возможность дальнейшего повышения точности выполнения измерений за счёт:

- а) статистической обработки результатов измерений — минимизация *случайной* погрешности;
- б) учёта физических процессов в полупроводниковых приборах и влияния факторов окружающей среды — минимизация *дополнительной* погрешности;
- в) наличия и открытости программной модели и алгоритма выполнения измерений с возможностью их корректировки пользователем в условиях промышленной эксплуатации измерительного комплекса — минимизация *методической* погрешности;
- г) автоматизации выполнения измерений — устранение *субъективной* погрешности;
- д) автокалибровки и периодического контроля величины погрешности измерений — минимизация *систематической* погрешности.

Учёт и компенсация составляющих погрешности измерений (а – е) [7] в рамках рассматриваемой измерительной системы осуществляются с помощью программного обеспечения (ПО) на верхнем уровне — персонального компьютера и на нижнем — ПО микроконтроллера.

Рассмотрим проблемы, возникающие при реализации программного обеспечения измерительной системы, а также пути их решения.

Минимизация случайной погрешности осуществляется программой микроконтроллера при выполнении серии экспериментов (от 10 до 100) с каждым IGBT/FRD и их последующей обработкой путём отбрасывания минимальных и максимальных значений с последующим вычислением среднего значения оставшихся после отбрасывания результатов измерения.

Дополнительная и систематическая погрешности минимизируются за счёт использования поведенческой модели исследуемого полупроводникового прибора, разработанной авторами данной публикации на основе исследований мультифизических и SPICE-моделей силовых полупроводниковых приборов. Рассмотрение этих моделей выходит за рамки настоящей публикации, однако следует отметить, что их использование полностью

оправдано при комплексном подходе к повышению точности выполняемых измерений. Результаты измерений параметров технических объектов фактически используются для построения некоторой модели, которая адекватно отражает характеристики, свойства и функциональную структуру исследуемого объекта. Так в метрологии используется множество моделей объектов измерений, наиболее применимыми среди которых можно считать нормативную модель объекта, аналитические модели (идеальную и реалистическую) и экспериментальную модель объекта.

Нормативную модель разрабатывают в процессе проектирования и оформляют технической документацией (чертёж, техническое описание, технические условия включают в себя нормативные значения параметров изделия и т.д.). Она предназначена для создания и последующего контроля параметров объекта и содержит все необходимые для этого наборы описаний объекта. Если эта модель используется для измерительного контроля объекта, для разработки методики выполнения измерений параметров созданного объекта, то метрологическая нормативная модель объекта полностью соответствует общей нормативной модели. Реалистическую модель объекта получают в ходе аналитического исследования возможных внешних воздействий. Экспериментальная метрологическая модель строится на основе информации об экспериментально полученных значениях параметров контролируемого объекта. Таким образом, контроль характеристик любого технического объекта, в том числе и силовых полупроводниковых модулей IGBT/FRD в нашем случае обязательно предполагает построение экспериментальной модели и сопоставление её с нормативной моделью для принятия решения об их взаимном соответствии.

Перечисленные виды моделей находят своё отражение в использовании поведенческого подхода, который позволяет эффективно и с высокой степенью достоверности учитывать изменение характеристик контролируемых изделий в различных режимах при сокращении количества и номенклатуры моделей. При этом поведенческий подход позволяет строить модели, для которых требуются на порядки меньшие затраты вычислительных ресурсов относительно использования математического и схмотехнического моделирования. Подробнее о поведенческом подходе см. [8].

Результаты

Для подтверждения эффективности предложенного метода измерения ёмкостных параметров и его технической реализации проведены натурные испытания разработанного авторами блока.

Таблица 1. Результаты измерений

Выходная ёмкость, пФ		Входная ёмкость, пФ	
C/C — EA	На дистанции	G — EA	На дистанции
27,2	27,3	27,8	28,0

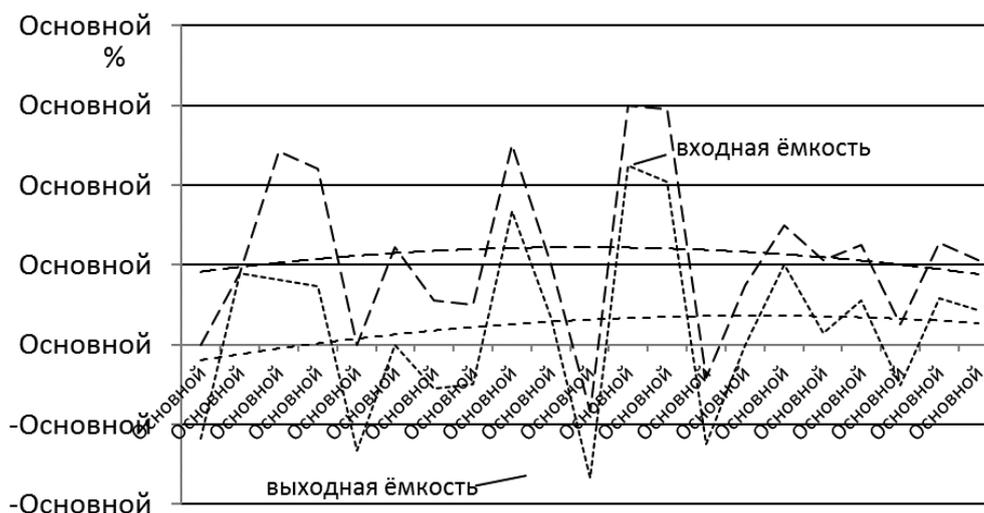


Рис. 3. Относительная погрешность измерений

Возможность дистанционного измерения малой ёмкости без компенсации доли емкости соединительных проводников, при обработке измерительного сигнала оценивалась измерением ёмкости конденсатора с номинальным значением 27 пФ, несмотря на то, что эта величина не входит в заданный диапазон. Результаты измерений, полученные с применением статистической обработки, приведены в табл. 1.

Испытание блока измерения ёмкостных параметров показало необходимость фазовой коррекции частотной характеристики ОУ ОРА656U в схеме измерительного преобразователя (DA, рис. 1–2) для обеспечения устойчивой работы в диапазонах измерения (500–5000) пФ и (5–50) нФ.

На рис. 3 приведены результаты эксперимента, характеризующие относительную погрешность в режимах измерения как входной, так и выходной ёмкости IGBT.

С помощью описанного измерителя ёмкостных параметров был проведен ряд экспериментов, включающих по 100 замеров ёмкости FRD, входной и выходной ёмкости IGBT, результаты которых представлены на рис. 4 – 6. Штриховой линией на этих рисунках показаны непосредственные результаты измерения ёмкости, а сплошной линией сглаженные значения с применением полинома 3-го порядка. Эксперименты проводились при

постоянной температуре окружающей среды эталонного силового IGBT-модуля с входящими в его состав FRD.

В схеме измерительного преобразователя (рис. 1) экспериментально выявлена необходимость реализации фазовой коррекции частотной характеристики ОУ для обеспечения устойчивой работы в поддиапазонах измерения (500 – 5000) пФ и (5 – 50) нФ. Экспериментальным путём установлена возможность такой коррекции включением последовательно с образцовым конденсатором C0 (рис. 1) резистора с малым сопротивлением. При этом полное сопротивление цепи на частоте 1 МГц практически не изменяется, что упрощает процесс калибровки измерителя.

Результат испытания, приведённый в табл. 1, свидетельствует об эффективности предложенного способа дистанционного измерения ёмкостных параметров IGBT/FRD, при малых значениях измеряемой емкости и относительно большого расстояния между измерителем и IGBT/FRD.

На рис. 3 представлены графики относительной погрешности измерителя, полученные после калибровки измерителя для центральных значений каждого из поддиапазонов в режиме измерения выходной ёмкости, что указывает на приемлемые метрологические характеристики измерительного тракта.

По результатам экспериментов установлено наличие нелинейной температурной зависимости результатов измерения емкости IGBT/FRD. В этой связи имеется потенциальная возможность повышения точности измерений емкостных параметров за счет учета влияния температуры окружающей среды с использованием поведенческой модели, связывающей изменения величин электрических параметров IGBT/FRD с режимом измерений согласно формуле (1): напряжение коллектор-эмиттер, ток коллектора, частота, температура. Данный подход основан на использовании результатов исследований, приведенных в работах [9–16].

Использование поведенческой модели температурной зависимости результатов измерений, построенной на основе экспериментальных данных, в рассматриваемом случае может позволить практически исключить влияние температурной составляющей погрешности на результаты измерений, поскольку такая зависимость носит функциональный характер и может быть легко аппроксимирована любыми средствами, например, с помощью аппарата нечеткой логики или нейронных сетей, как универсальных аппроксиматоров.

Заключение

Предлагаемый метод дистанционного измерения емкостных параметров может применяться не только в системах автоматизации контроля параметров полупроводниковых приборов, но и в других областях, например, при разработке емкостных датчиков.

Полученные авторами результаты говорят о возможности практического использования поведенческих моделей, построенных на экспериментальных данных в автоматизированных тестовых системах, поскольку в опубликованных теоретических моделях уделено недостаточное внимание эффектам зависимости емкостных параметров от температуры.

Актуальность работы обусловлена широко распространенной задачей автоматизации контроля электрических параметров силовых полупроводниковых модулей при их производстве. Содержание статьи представляет практическую ценность для широкого круга разработчиков средств автоматизированного контроля изделий электронной техники.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 8.1729.2017/4.6).

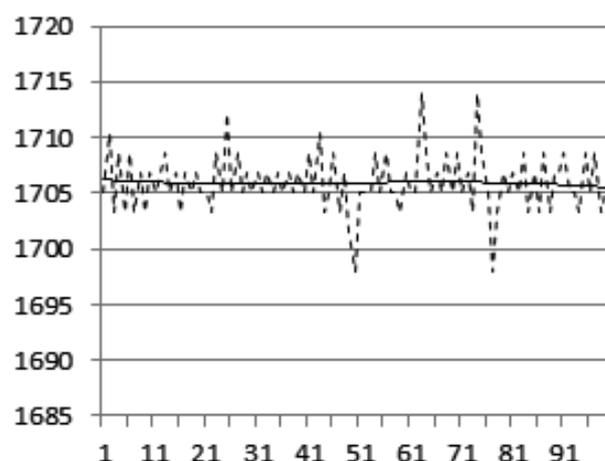


Рис. 4. Ёмкость FRD, пФ

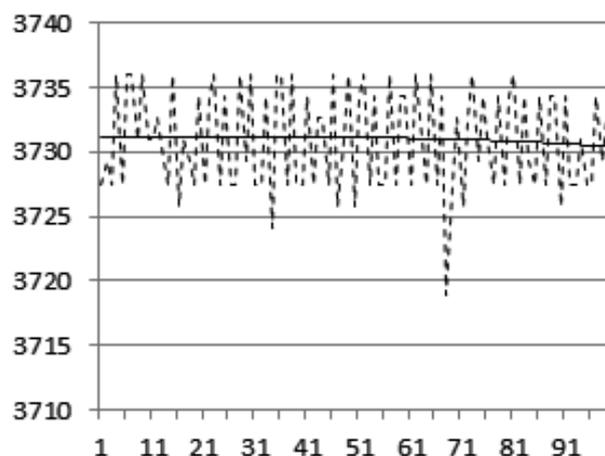


Рис. 5. Выходная ёмкость IGBT, пФ

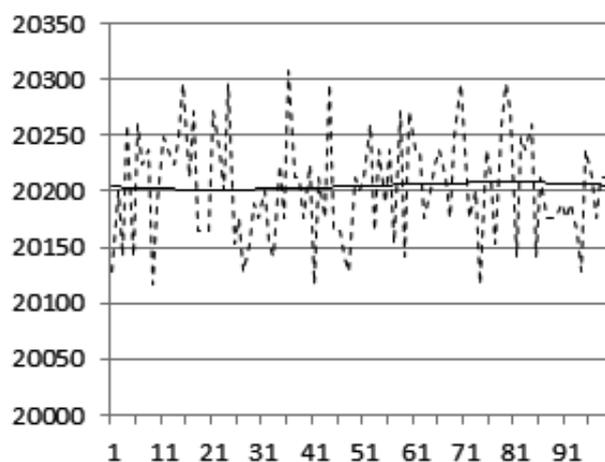


Рис. 6. Входная ёмкость IGBT, пФ

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30617–98. Модули полупроводниковые силовые. Общие технические условия. Модули полупроводниковые силовые. Общие технические условия. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. 39 с.
2. Патент RU176261U1. Устройство измерения времени обратного восстановления диодов/ Зотин В. Ф., Дракин А. Ю., Школин А. Н.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО БГТУ (RU). — 176261U1; заявл. 10.04.2017; опубл. 15.01.2018. Бюл. № 2.
3. Патент RU188241. Устройство контроля стойкости диодов к скорости нарастания обратного напряжения/ Зотин В. Ф., Школин А. Н., Дракин А. Ю.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО БГТУ (RU). — 188241U1; заявл. 25.09.2018; опубл. 04.04.2019 бюл. № 10.
4. Патент RU178673U1. Устройство измерения ёмкости диодов/ Зотин В. Ф., Дракин А. Ю., Школин А. Н.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО БГТУ (RU). — № 178 673U1; заявл. 17.07.2017; Опубл. 17.04.2018. Бюл. № 11.
5. Левшина Е.С., Новицкий П. В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи): учеб. пос. для вузов. Энергоатомиздат. Ленингр. отд. Л., 1983. 320 с.
6. ГОСТ 20398.0–83. Транзисторы полевые. Общие требования при измерении электрических параметров. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. 6 с.
7. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник и практикум для прикладного бакалавриата. Изд. 12-е., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2017. 314 с.
8. Polderman J.W., Willems J. C. Introduction to mathematical systems theory: a behavioral approach. 1998.
9. Hefner A.R. A dynamic electro-thermal model for the IGBT // IEEE Transactions on Industry Applications. 1994. Vol. 30, № 2. P. 394–405.
10. Tichenor J.L., Sudhoff S. D., Drewniak J. L. Behavioral IGBT modeling for pre-dicting high frequency effects in motor drives // IEEE Transactions on Power Electronics. 2000. Vol. 15, № 2. P. 354–360.
11. Palmer P.R. et al. Circuit simulator models for the diode and IGBT with full temperature dependent features // IEEE Transactions on Power Electronics. 2003. Vol. 18, № 5. P. 1220–1228.
12. Hefner A. R. Modeling buffer layer IGBTs for circuit simulation // IEEE Transactions on Power Electronics. 1995. Vol. 10, № 2. P. 111–123.
13. Kang X. et al. Parameter extraction for a power diode circuit simulator model including temperature dependent effects // Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2002. APEC2002. Seventeenth Annual IEEE. 2002. Vol. 1. P. 452–458.
14. Sigg J., Turkes P., Kraus R. Parameter extraction methodology and validation for an electro-thermal physics-based NPT IGBT model // Industry Applications Conference, 1997. Thirty-Second IAS Annual Meeting, IAS'97., Conference Record of the 1997 IEEE. 1997. Vol. 2. P. 1166–1173.
15. Patil N. et al. Precursor Parameter Identification for Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) Prognostics // IEEE Transactions on Reliability. 2009. Vol. 58, № 2. P. 271–276.
16. Reichl J. et al. Six-pack IGBT dynamic electro-thermal model: parameter extraction and validation // Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. APEC'04. Nineteenth Annual IEEE. 2004. Vol. 1. P. 246–251.

© Дракин Александр Юрьевич (ada108@yandex.ru), Зотин Виталий Федорович (v.f.zotin@gmail.com),

Школин Алексей Николаевич (uxe@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОХРАНЯЕМОСТИ ТЕХНИКИ НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

METHODICAL APPROACH TO FORECASTING INDICATORS OF PERSISTENCE TECHNIQUES UNDER DEVELOPMENT

**S. Zavidov
E. Scherbo**

Summary. The methodical approach of forecasting of indicators of safety of equipment at a development stage which basis includes theoretical provisions of forecasting of reliability of difficult technical systems is offered. The main factors of the set affecting the preservation of equipment are determined. These include environmental factors (humidity, temperature) and storage time. Basic statistical data on the reliability of engineering products has developed a mathematical model enabling a predictive assessment of persistence techniques, taking account of trends in the persistence of analogues depending on the terms and conditions of storage.

Keywords: Persistence, reliability, storage, forecasting, mathematical model, indicator, analog, property, object.

Завидов Сергей Анатольевич

Д.т.н., доцент, Научно-исследовательский центр
бронетанковой техники, г. Кубинка, Московская
область, РФ
francuz_76@list.ru

Щербо Евгений Владимирович

С.н.с., Научно-исследовательский центр
бронетанковой техники, г. Кубинка, Московская
область, РФ
evgeniy_sherbo@bk.ru

Аннотация. Предложен методический подход прогнозирования показателей сохраняемости техники на стадии разработки, в основу которого включены теоретические положения прогнозирования надежности сложных технических систем. Определены основные факторы из множества, влияющих на сохраняемость техники. К ним относятся факторы внешней среды (влажность, температура) и время хранения. На основе статистических данных по надежности изделий машиностроения разработана математическая модель, позволяющая получить прогнозную оценку сохраняемости техники с учетом тенденций изменения сохраняемости объектов-аналогов в зависимости от сроков и условий хранения.

Ключевые слова: сохраняемость, надежность, хранение, прогнозирование, математическая модель, показатель, аналог, свойство, объект.

Под хранением понимается этап эксплуатации, при котором неиспользуемое по назначению изделие военной техники содержится в специально отведенном для его размещения месте в заданном состоянии и обеспечивается его сохраняемость в течение установленных сроков [1].

Процесс хранения объектов военной техники можно представить в виде системы (рис. 1), на выходе которой должно быть обеспечено поддержание заданного уровня эксплуатационных свойств объектов.

Для нормального функционирования системы необходимо правильное управляющее воздействие, то есть должен быть определен комплекс мероприятий по поддержанию объектов военной техники в заданном состоянии. Для определения объемов и сроков этих мероприятий в процессе хранения необходимо определить состояние объектов и оценить их сохраняемость.

Количественная оценка сохраняемости производится с целью получения исходных данных для:

- ◆ планирования материально-технического обеспечения процесса хранения;
- ◆ определения основных мероприятий по обеспечению надежности объектов военной техники;
- ◆ оценки эффективности внедрения мероприятий, направленных на повышение надежности техники;
- ◆ прогнозирования надежности проектируемых образцов военной техники.

На сегодняшний день провести оценку сохраняемости вновь разрабатываемых объектов вооружения и военной техники на этапах предварительных и государственных испытаний не представляется возможным, во-первых, из-за длительности сроков испытаний (при ускоренных климатических испытаниях — не менее 8–10 месяцев, при натурных испытаниях — не менее 10 лет); а во-вторых, из-за необходимости большого количества дорогостоящих объектов для получения достоверных результатов при проведении этих испытаний (не менее 3 единиц). Данные обстоятельства определяют актуальность разработки математической модели, позволяющей спрогнозировать значения показателей

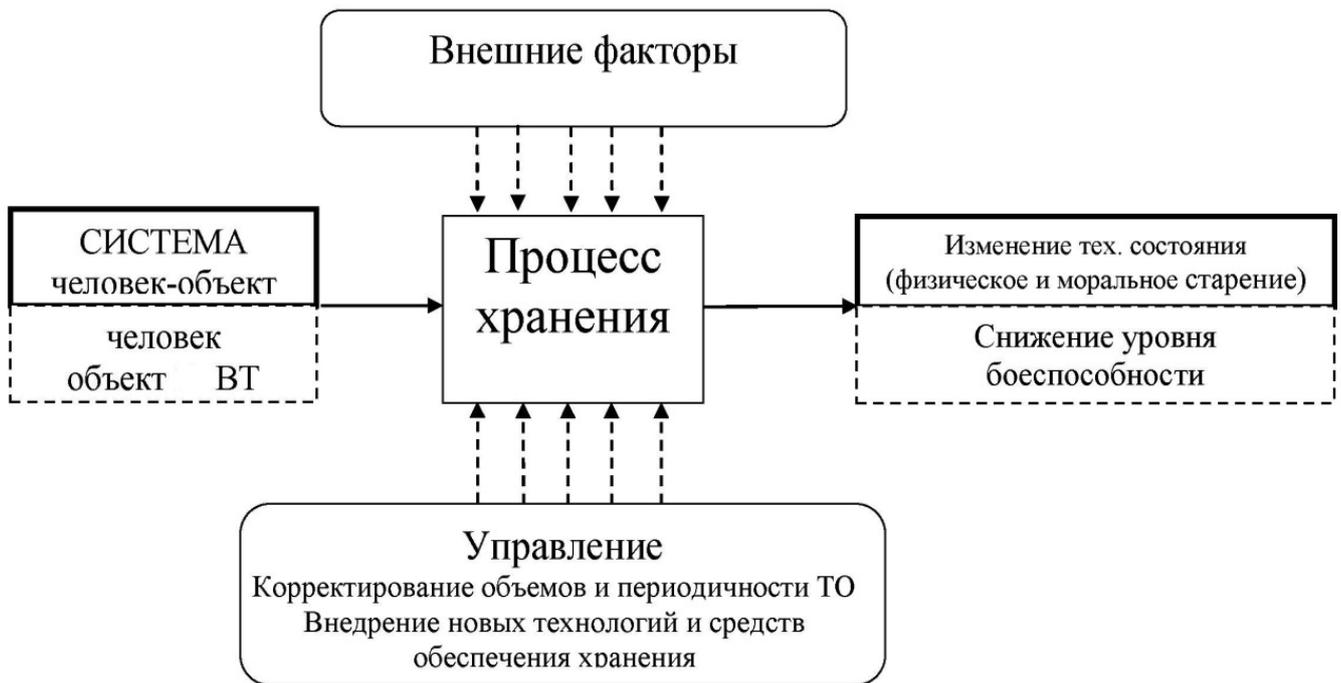


Рис. 1. Структурная схема хранения военной техники

сохраняемости объектов военной техники на стадии их разработки.

Основные теоретические положения прогнозирования надежности изделий машиностроения могут быть положены в основу разработки математической модели для прогнозирования сохраняемости объектов военной техники.

Основной составляющей оценки сохраняемости военной техники является оценка изменения технического состояния объекта и его сборочных единиц в процессе хранения. Из этого следует, что разработанные показатели оценки сохраняемости являются одновременно и показателями ее прогнозирования. В данном случае для сборочных единиц прогнозируется время безотказного хранения, а для объекта в целом — обобщенный параметр, выражающийся вероятностью безотказного хранения.

При использовании идентичных по характеристикам конструкционных и эксплуатационных материалов в узлах, агрегатах и системах объектов военной техники характер изменения их технического состояния тоже идентичен. Это особенно справедливо для объектов, находящихся на хранении. Поэтому прогнозирование сохраняемости разрабатываемого объекта военной техники может быть проведено на основе результатов обобщенной оценки сохраняемости многих однотипных объектов-аналогов.

В основу разработки модели для прогнозирования показателя сохраняемости положен математический метод, который позволяет устанавливать связь показателей сохраняемости с влияющими на них факторами (время хранения, внешняя среда и т.д.) путем проведения корреляционного анализа показателей сохраняемости ранее принятых на вооружение объектов-аналогов.

Объекты военной техники являются сложной и восстанавливаемой обслуживаемой системой многозвонного применения. Конструкцию объектов условно можно разделить на сборочные единицы. Сборочные единицы объектов состоят из деталей, выполненных из различных конструкционных материалов.

При хранении объектов военной техники под воздействием окружающей среды происходят изменения свойств конструкционных материалов, и, следовательно, деградация выходных параметров сборочных единиц, определяющих их техническое состояние.

Под выходными параметрами понимаются такие параметры, которые наиболее полно характеризуют соответствие сборочных единиц своему целевому назначению. При достижении параметрами предельного значения наступает отказ.

В качестве основного показателя технического состояния сборочных единиц военной техники на этапе хранения принято считать время безотказного хране-

ния, которое представляет собой календарную продолжительность хранения, в течение которого выходной параметр технического состояния сборочной единицы не выходит за предельное значение.

Величина времени безотказного хранения любой сборочной единицы может быть определена по формуле (1):

$$\tau_{\text{бх}} = \tau_0 + \frac{\Pi_{\text{Н}} - \Pi_{\text{П}}}{V} \quad (1)$$

где $\tau_{\text{бх}}$ — время безотказного хранения;
 τ_0 — время хранения, при котором выходной параметр не выходит за номинальное значение, год;
 $\Pi_{\text{Н}}$ — номинальное значение определяющего параметра сборочной единицы;
 $\Pi_{\text{П}}$ — предельное значение определяющего параметра сборочной единицы;
 V — скорость изменения выходного параметра.

Для количественной оценки сохраняемости объектов военной техники при хранении применяется показатель — вероятность безотказного хранения, который представляет собой вероятность того, что объекты сохранятся в работоспособном состоянии в любой случайный момент времени заданного срока хранения.

С учетом того, что время возникновения отказов в процессе хранения объектов военной техники подчиняется нормальному закону распределения, вероятность безотказного хранения определяется по выражению (2):

$$P(\tau_x) = 0,5 - \Phi(U), \quad (2)$$

где $\Phi(U)$ — функция Лапласа [2].

В функции Лапласа « U » является аргументом и определяется по формуле (3):

$$U = \frac{\tau_{xi} - \tau_{\text{хсп}}}{\sigma}, \quad (3)$$

где τ_{xi} — i -ое время длительного хранения, год (1, 2, 3, ..., $\tau_{\text{длх}}$);
 $\tau_{\text{хсп}}$ — среднее время безотказного хранения, год;
 σ — среднее квадратичное отклонение;

Среднее квадратичное отклонение определяется из выражения (4):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{\tau_{\text{длх}}} N_i (\tau_{xi} - \tau_{\text{хсп}})^2}{N_i - 1}} = \sqrt{D}, \quad (4)$$

где N_i — общее количество отказавших объектов за время хранения;
 D — дисперсия времени безотказного хранения.

При определении среднего времени безотказного хранения учитываются только те отказы, которые обусловлены процессами старения и коррозии.

Среднее время безотказного хранения определяется по формуле (5):

$$\tau_{\text{хсп}} = \frac{\sum_{i=1}^{\tau_{\text{длх}}} N_i \tau_{xi} + (m - N) \tau_{\text{длх}} \left(\frac{m}{N}\right)^{\nu}}{m}, \quad (5)$$

где N_i — общее число отказавших объектов за время хранения;
 m — объем выборки;
 $\tau_{\text{длх}}$ — общая продолжительность длительного хранения, лет;
 ν — коэффициент вариации при нормальном законе распределения ($\nu=2$).

По аргументу (U) находится табличное значение $\Phi(U)$ и определяется вероятность безотказного хранения $P(\tau_x)$ объекта.

На объекты военной техники в процессе хранения воздействует множество факторов, влияющих на их сохраняемость. Основными из них являются факторы внешней среды (влажность, температура) и время хранения.

Прогнозирование значений показателей сохраняемости объекта военной техники включает следующие этапы [3]:

- ◆ разработка статистической модели;
- ◆ решение задачи;
- ◆ оценка полученных результатов.

На первом этапе одной из основных задач является разработка статистической модели, устанавливающей связь между показателями сохраняемости и факторами, влияющими на их значения.

В общем виде она представляется выражением (6):

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n), \quad (6)$$

где y — зависимая переменная (показатель сохраняемости);
 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ — независимые переменные, отражающие влияние факторов на показатель сохраняемости.

При отборе факторов для включения в статистическую модель предъявлялись следующие требования:

M_{ni} — минор, соответствующий элементу r_{ni} .

Переход от значения a_i к значениям a_i в натурном масштабе производится по формуле (18):

$$a_i = \alpha_i \frac{\sigma_I}{\sigma_i} \quad (18)$$

Значение α_0 определяется по формуле (19):

$$\alpha_0 = \bar{y} - \sum_{i=1}^N a_i \cdot \bar{x}_i \quad (19)$$

При учете следующих основных факторов: продолжительности хранения, среднегодовой температуры и влажности уравнение (7) примет вид:

$$P(\tau_{xp}) = \alpha_0 + \alpha_1 \tau_{xp} + \alpha_2 t_{cp} + \alpha_3 R_{cp} \quad (20)$$

Оценка полученной модели представляет третий этап. Одним из критериев правильности и полноты отбора факторов является коэффициент детерминации R ,

который определяется коэффициентом множественной регрессии (21):

$$R = \sqrt{\alpha_1 \cdot r_{I1} + \alpha_2 \cdot r_{I2} + \dots + \alpha_n \cdot r_{In}} \quad (21)$$

При этом, если значение R достаточно велико (например, $R^2 > 0,5$), то значения оценок коэффициентов регрессии не будут сильно отличаться от истинных значений.

Разработанная математическая модель прогнозирования показателей сохраняемости объектов военной техники, основанная на интерполяции зависимостей, описывающих выявление тенденции изменения сохраняемости объектов-аналогов от сроков и условий хранения, позволяет провести оценку их сохраняемости на стадии разработки.

Проверку адекватности математической модели проводим по критерию Фишера. При выполнении условия $F_p < F_{кр}$ можно сделать вывод, что построенная математическая модель адекватна исследуемому объекту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по хранению бронетанкового вооружения и техники, автомобильной техники. Кн. 1. Организация хранения бронетанкового вооружения и техники, автомобильной техники. М.: Воениздат, 2005. 119 с.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 464 с.
3. Маркович, Э. С. Курс высшей математики. М.: Росвузиздат, 1963. 483 с.
4. Карасев А. И. Основы математической статистики. М.: Росвузиздат, 1962. 375 с.

© Завидов Сергей Анатольевич (francuz_76@list.ru), Щербо Евгений Владимирович (evgeniy_sherbo@bk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ТРАНСФОРМАТОРА В СОСТАВЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТОКА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

THE USE OF AIR TRANSFORMER IN THE MEASURING CURRENT TRANSFORMERS IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

M. Kazakov

Summary. The article proposes to use a device based on the air transformer (Rogovsky belt) and an integrator to measure alternating currents of industrial frequency in the electric power industry. The errors introduced by the Rogovsky belt due to its difference from the ideal integrating circuit are investigated, the ways of their reduction are considered.

Keywords: air transformer, air transformer, Rogovsky belt, measurement, measuring transducer, current transformer, integrator.

Казакوف Михаил Константинович

*Д.т.н., профессор, Гжельский государственный университет
vokazak.m@gmail.com*

Аннотация. В статье предложено для измерения переменных токов промышленной частоты в электроэнергетике использовать устройство на основе воздушного трансформатора (пояса Роговского) и интегратора. Исследованы погрешности, вносимые поясом Роговского вследствие его отличия от идеального интегрирующего контура, рассмотрены пути их снижения.

Ключевые слова: воздушный трансформатор, пояс Роговского, измерение, измерительный преобразователь, трансформатор тока, интегратор.

Переменные токи широко используются в электроэнергетике (практически на каждом предприятии в промышленности) и задача их измерения возникает очень часто, например, для учета потребления электроэнергии.

Что касается требований к точности измерений, а, следовательно, к классу измерительных устройств, то они весьма разнообразны. Часто погрешности измерений не должны превышать (0,1...0,5)%, например, при учете потребления электроэнергии и испытаниях электрооборудования. При оперативном контроле электрооборудования точность измерения может быть менее высокой.

В качестве измерительных преобразователей тока (ИПТ) в промышленной электроэнергетике широкое использование нашли индукционные трансформаторы тока (ТТ) на основе ферромагнитного сердечника.

Диапазон значений тока, измеряемых с помощью ТТ весьма широк, причем верхний предел соответствует току 40 кА [1], а вторичный ток обычно составляет 1 или 5 А. Трансформаторы тока используются при напряжениях (0,66...750) кВ согласно ГОСТ 7746–78. При этом трансформаторы для измерения больших токов, включаемые в высоковольтные цепи, имеют значительные габариты и массу: их высота превышает 5 м, а вес достигает 5000 кг.

Среди недостатков ТТ можно упомянуть следующие: а) нелинейная характеристика магнитопровода; б) трудность увеличения верхнего диапазона измерений; в) большая индуктивность обмотки, что способствует весьма значительным перенапряжениям на трансформаторе при возможных нарушениях соединений во вторичной цепи (нормальный режим работы ТТ — короткое замыкание выходной цепи); г) зависимость погрешностей преобразования от сопротивления нагрузки трансформатора (они увеличиваются с ростом этого сопротивления).

Среди альтернативных решений построения ИПТ можно упомянуть магнитооптические ИПТ, которые применяются, главным образом, в установках высокого напряжения [2,3].

Вместе с тем имеется другой путь построения ИПТ в электроэнергетике на основе использования воздушного трансформатора (пояса Роговского) и интегрирующего устройства (рис. 1).

Целью данной работы является анализ некоторых погрешностей измерений, вносимых поясом, что необходимо для обоснования возможности использования такого ИПТ в электроэнергетике.

Пояс (катушка) Роговского представляет собой обмотку, намотанную на неферромагнитном каркасе (ино-

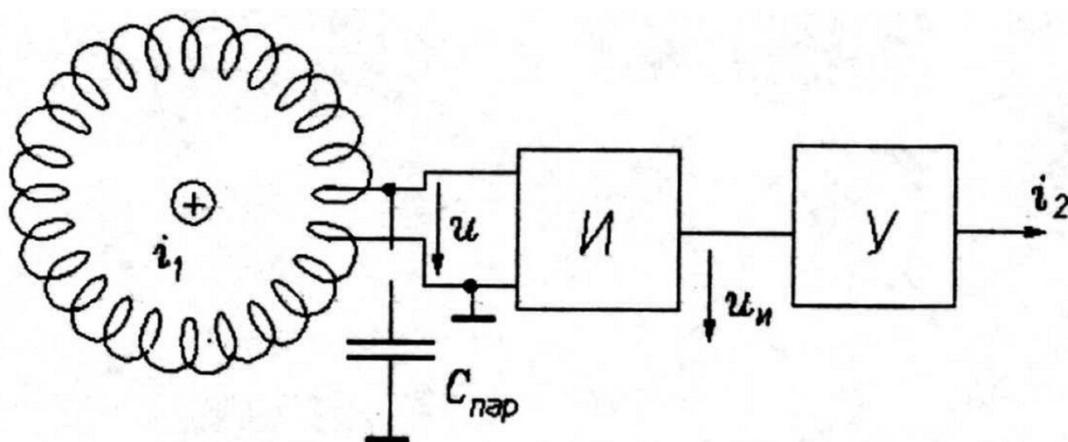


Рис. 1. Схема ИПТ

гда на гибком). Эта обмотка охватывает токопровод с измеряемым переменным током i_1 и на ее выходных клеммах (в режиме холостого хода) мгновенное напряжение равно:

$$u = M \frac{di_1}{dt}, \quad (1)$$

где M — взаимная индуктивность между поясом Роговского и контуром измеряемого тока. Для восстановления прямо пропорциональной зависимости напряжения u нужно проинтегрировать:

$$u_{\text{и}} = \frac{1}{R_0 C_0} \int u dt = \frac{M}{R_0 C_0} i_1, \quad (2)$$

где R_0, C_0 — параметры интегратора И (рис. 1). Мы видим, что мгновенные значения выходного напряжения и измеряемого тока связаны через постоянный коэффициент пропорциональности (константу).

Отметим, что режим холостого хода при работе пояса является предпочтительным (даже необходимым), поскольку в этом случае активное сопротивление обмотки пояса не влияет на коэффициент передачи, что снижает погрешности измерения.

В общем случае в структуру ИПТ необходимо включить усилитель У (рис. 1), поскольку малая мощность выходного сигнала интегратора не позволяет использовать этот сигнал для нужд электроэнергетики, поскольку выше указывалось, что вторичный ток трансформатора тока, вместо которого может использоваться ИПТ, составляет 1...5 А.

Известно применение катушки Роговского в совокупности с пассивным интегратором [4], но у автора нет информации об использовании пояса Роговского в электроэнергетике для измерения токов промышленной частоты.

Это обусловлено тем, что при низких напряжениях вполне удовлетворительно себя зарекомендовали обычные ТТ с ферромагнитным сердечником.

Однако для измерения тока в электроэнергетике, в частности в установках высокого напряжения, описанный способ заслуживает пристального внимания благодаря своей простоте и возможности получения хороших эксплуатационных характеристик. Среди них можно отметить линейность передаточной функции устройства, поскольку ферромагнитный сердечник отсутствует; малое значение постоянной времени пояса, что важно при использовании ИПТ в устройствах релейной защиты и автоматики; практически неограниченный верхний предел измеряемых токов; независимость погрешностей от сопротивления нагрузки (при использовании в составе ИПТ усилителя).

Задачей данной работы, повторим, является анализ погрешностей только пояса Роговского. Что касается интегратора напряжения, то его можно выполнить на основе операционного усилителя [5]. К интегратору, кроме высоких метрологических характеристик, предъявляются следующие требования: большое входное сопротивление для обеспечения работы пояса Роговского в режиме холостого хода и возможность работы в режиме длительного интегрирования. Подчеркнем, что выражение (2) получено при условии работы пояса в режиме холостого хода, что обеспечить нетрудно включением между поясом и интегратором повторителя напряжения на основе операционного усилителя, имеющего входное сопротивление сотни мегаом. Анализ погрешностей интегрирующего устройства выходит за рамки данной статьи. Отметим также, что возможно использование и цифрового интегратора [8].

Для создания прецизионных устройств, важным является анализ погрешностей, вносимых поясом Рогов-

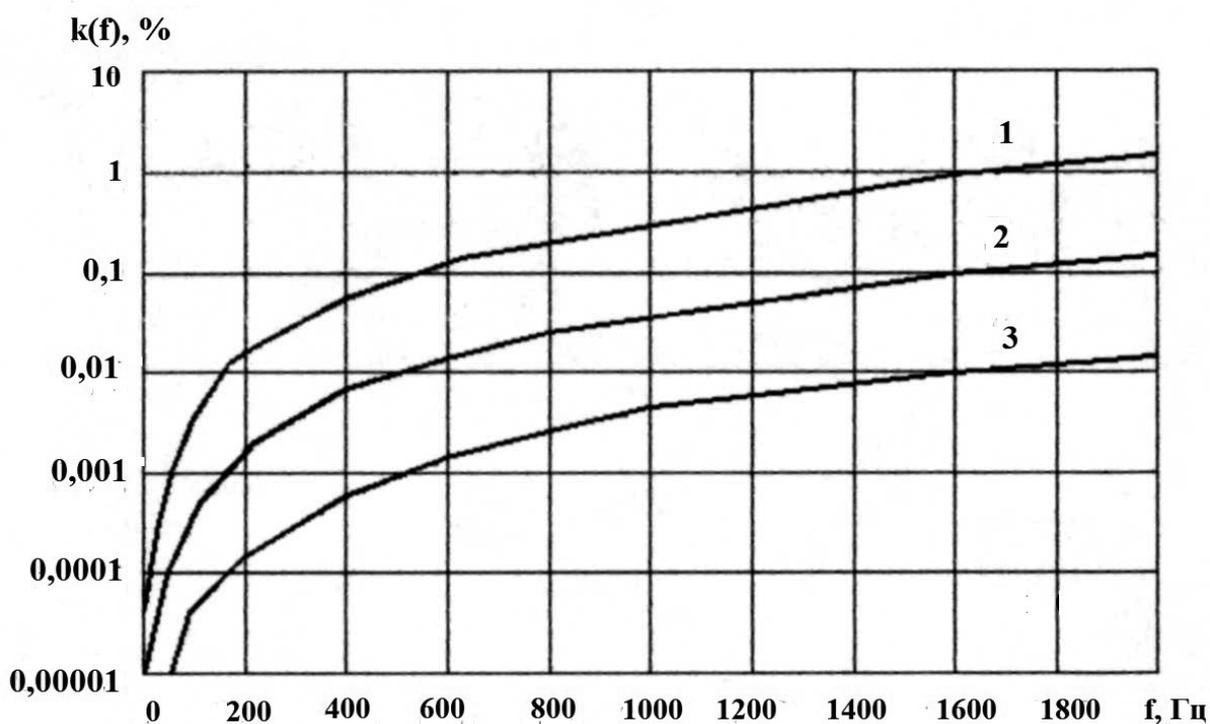


Рис. 2. Погрешности измерения из-за влияния паразитной емкости

ского вследствие его отличия от идеального контура (подробнее см. ниже).

В общем случае можно указать на следующие виды таких погрешностей:

1. погрешность из-за конечного числа витков катушки,
2. погрешность из-за влияния паразитной емкости,
3. погрешность от неравномерной намотки обмотки пояса,
4. погрешность от наклона витка обмотки.

Что касается погрешности 1) от использования конечного числа витков (элементарных преобразователей), то, как показывает анализ [6], она весьма мала (менее тысячных долей процента) при реальном (несколько тысяч) количестве витков.

Погрешность измерения тока от влияния паразитной емкости

Паразитная емкость (см. рис. 1) увеличивается, т.е. дает о себе знать, при неизбежном в установках высокого напряжения разнесении в пространстве катушки Роговского и остальных узлов ИПТ для обеспечения требований по электробезопасности. Как известно, паразитная емкость является распределенной (не имеющей конкретного места присоединения), поэтому на рис. 1 ее подключение показано с помощью пунктирной линии.

При отсутствии в схеме замещения ИПТ емкости $C_{нар}$ преобразователь имеет коэффициент передачи (или «идеальную» АЧХ), как следует из (1), равный

$$K = \frac{M}{R_0 C_0} \quad (3)$$

При учете же этой емкости выражение для АЧХ измерительного преобразователя изменится:

$$K(\omega) = \frac{M}{R_0 C_0} \cdot \frac{1}{1 - \omega^2 M C_{нар}} \quad (4)$$

Выражение (4) получено из простой схемы замещения, в которой появляется делитель тока, поскольку часть измеряемого тока протекает через паразитную емкость, чем и вызвано появление погрешности преобразования.

Паразитная емкость может достигать сотен пикофарад, взаимная индуктивность $M \ll 1$ Гн, поэтому произведение $M C_{нар} \approx (10^{-10} \dots 10^{-12}) \text{ с}^2$. Погрешность $k(f)$ от наличия $C_{нар}$ определялась по отличию АЧХ (4) от «идеальной» АЧХ (3) при $C_{нар} = 0$:

$$k(f) = \frac{K(\omega) - K}{K} = \frac{1}{1 - \omega^2 M C_{нар}} - 1.$$

На рис. 2 для примера приведены результаты расчетов этой погрешности преобразователя в процентах при изменении частоты входного сигнала, т.е. для различных гармоник промышленной частоты 50 Гц.

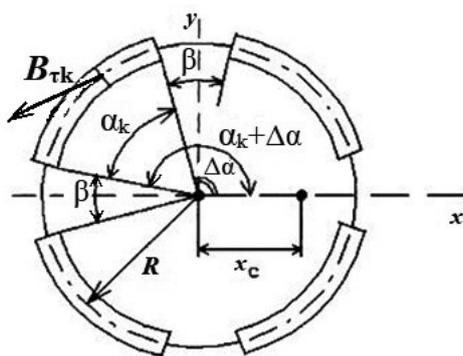


Рис. 3. Секторы с витками и безвитковые секторы пояса Роговского

Кривые 1,2,3 приведены при различных значениях произведения $MC_{нар} : (10^{-10} \dots 10^{-12}) c^2$, соответственно. Погрешности на частоте основной гармоники входного сигнала весьма малы — менее тысячной доли процента.

Погрешности передачи высших гармоник тоже малы, например, даже для 20-й гармоники погрешность может составить всего порядка сотых долей процента.

Отметим, что по оси ординат масштаб — логарифмический (там не может быть нулевой точки), поэтому некоторые кривые на графике исходят не из нулевой точки оси абсцисс.

Погрешность измерения от неравномерности намотки обмотки пояса

Хотя саму обмотку пояса Роговского можно выполнить с достаточно высокой степенью равномерности, в реальных устройствах неизбежны безвитковые секторы обмотки в местах шарнирного соединения разъемных частей пояса, что необходимо, в частности, для обеспечения возможности монтажа и демонтажа устройства без разрыва цепи при его использовании в электроэнергетике.

В итоге возникает погрешность от неравномерности намотки, которая выражается в нежелательной зависимости выходного сигнала ИПТ: от смещения токопровода внутри пояса; от влияния внешних, по отношению к поясу, магнитных полей; от формы и размеров сечения токопровода с измеряемым током.

Дело в том, что принцип действия пояса Роговского основан на законе полного тока и все указанные погрешности связаны с переходом от идеального (как математической абстракции) контура, вдоль которого определяется циркуляция вектора напряженности магнитного поля в соответствии с законом полного

тока, к реальному контуру — в данном случае — поясу Роговского, т.е. все они относятся к инструментальным погрешностям.

Отметим, что теоретическое обоснование появления этих погрешностей для ряда других устройств, работающих на основе закона полного тока, сделано, например, в [9,10], а также — автором в [6,7].

Погрешность от неравномерности намотки рассмотрим на примере ее возникновения при смещении токопровода из центрального положения.

Пусть пояс со средним радиусом R (рис. 3) имеет секторы с обмоткой (их угловые координаты равны α_k и $\alpha_k + \Delta\alpha_k$) и безвитковые секторы β .

Обмотки в секторах α намотаны с равномерной угловой плотностью w_α . При расположении токопровода с измеряемым током I в центре пояса магнитная индукция в месте расположения витка равна:

$$B_{\tau k} = \frac{I}{2\pi R}. \quad (5)$$

Тогда, поскольку магнитный поток витка $\Phi_k = B_{\tau k} S_w$, где S_w — площадь витка, потокосцепление витков в секторе $d\alpha$ равно [7]:

$$d\Psi_0 = \frac{\mu_0 I w_\alpha S_w}{2\pi \cdot R} d\alpha, \quad (6)$$

а полное потокосцепление от всех секторов с обмотками

$$\Psi_0 = \int_0^{2\pi} d\Psi_0 = \frac{\mu_0 I w_\alpha S_w}{2\pi \cdot R} (360^\circ - n_\beta \beta), \quad (7)$$

где n_β — количество безвитковых секторов, оно равно количеству секторов с витками n .

Погрешность возникает при возможном смещении токопровода, например при монтаже устройства, на рас-

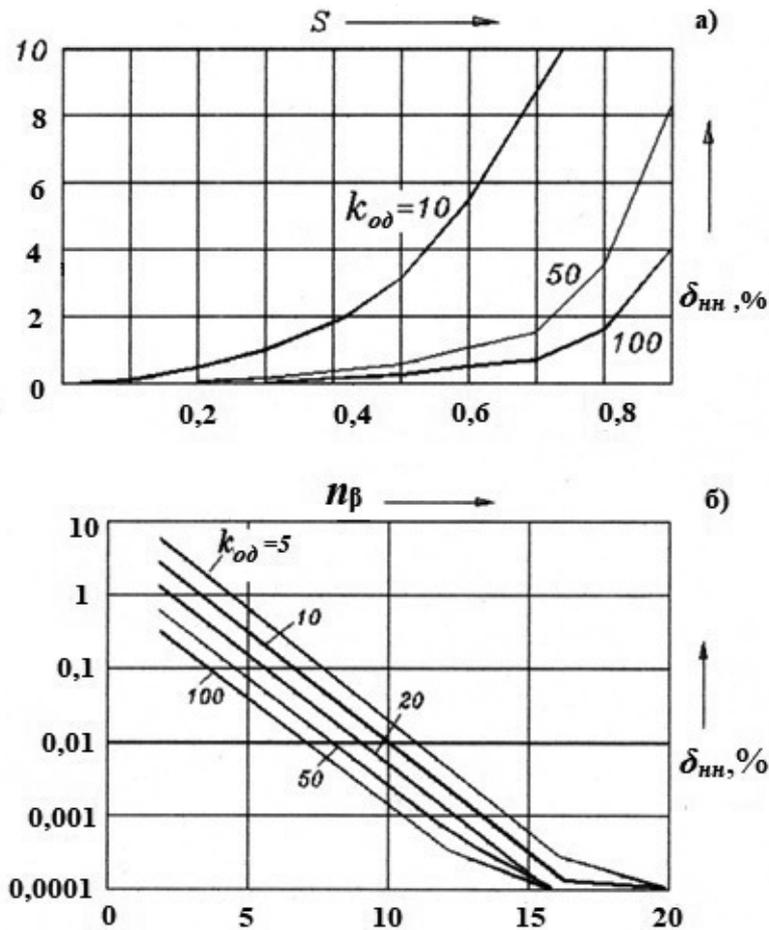


Рис. 4. Погрешность измерения из-за неравномерности катушки

стояние x_c по оси x (см. рис. 3). В этом случае индукция в плоскости витка изменяется по сравнению с (5):

$$B_{tk}^c = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot Z} \cos \alpha_k, \tag{8}$$

где $Z = \sqrt{R^2 + x_c^2 - 2Rx_c \cos \alpha_k}$. Выражая $\cos \alpha_k$ по теореме косинусов, можно получить формулу для потокосцепления витков в секторе $d\alpha$, при смещении токопровода, в виде:

$$d\Psi_c = \frac{\mu_0 I w_\alpha S_w}{2\pi \cdot R} \left(\frac{1 - S \cos \alpha}{1 + S^2 - 2S \cos \alpha} \right) d\alpha, \tag{9}$$

где $S = x_c/R$ - относительное смещение токопровода. Для получения полного потокосцепления интегрируем последнее выражение:

$$\begin{aligned} \Psi_c &= \int_0^{2\pi} d\Psi = \frac{\mu_0 I w_\alpha S_w}{2\pi \cdot R} \int_0^{2\pi} \frac{1 - S \cos \alpha}{1 + S^2 - 2S \cos \alpha} d\alpha = \\ &= \frac{\mu_0 I w_\alpha S_w}{2\pi \cdot R} \left[\int_0^{2\pi} \frac{d\alpha}{(1 + S^2) - 2S \cos \alpha} - \int_0^{2\pi} \frac{S \cos \alpha d\alpha}{(1 + S^2) - 2S \cos \alpha} \right] = \end{aligned}$$

$$= \frac{\mu_0 I w_\alpha S_w}{2\pi \cdot R} \sum_{k=1}^n \left[\frac{\alpha}{2} + \arctg \left(\frac{1 + S}{1 - S} \tg \frac{\alpha}{2} \right) \right] \Bigg|_{\alpha_k}^{\alpha_k + \Delta \alpha}, \tag{10}$$

где n количество секторов с витками; α_k и $\alpha_k + \Delta \alpha$ — угловые координаты k -го сектора. Погрешность от неравномерности катушки можно определить как относительное изменение потокосцепления от (7) — токопровод в центре до (10) — токопровод смещен:

$$\delta_{nn} = \frac{\Psi_c - \Psi_0}{\Psi_0}. \tag{11}$$

Фрагменты расчетов иллюстрируются рис. 4. Анализ показал, что наличие даже небольших безвитковых секторов при их малом количестве вызывает заметные (до 10%) погрешности (δ_{nn}) в процентах при смещении токопровода: на рис. 4а приведены погрешности пояса круглой формы при количестве зазоров $n_\beta = n = 2$. На этом рисунке коэффициент k_{od} , который назовем коэффициентом однородности катушки, равен (см. рис. 3):

$$k_{od} = \frac{\Delta \alpha}{\beta}; \tag{12}$$

т.е. длина безвитковых секторов уменьшается при увеличении коэффициента $k_{од}$.

Из рис. 4а также видно, что погрешности снижаются при увеличении коэффициента однородности $k_{од}$ (чего следовало ожидать — это уменьшает длину безвитковых секторов), однако, при малом значении n погрешности даже при $k_{од}=50$ остаются заметными (например, около 1% при $S=0,6$).

Отсюда следует важный вывод: при разработке прецизионных устройств напрашивающийся путь снижения погрешностей, который заключается только в уменьшении длины безвитковых секторов, оказывается неэффективным. Для снижения погрешностей более действенным является метод, предполагающий увеличение количества безвитковых секторов, при этом они должны располагаться равномерно вдоль пояса. Для иллюстрации сказанного на рис. 4б приведены зависимости рассматриваемой погрешности $\delta_{ин}$ круглого пояса Роговского от изменения числа безвитковых секторов (напомним, что $n_{\beta} = n$ при различных значениях коэффициента однородности обмотки $k_{од}$ (12)). Графики построены при относительном смещении $S = 0,5$.

Как видим, погрешности снижаются при увеличении числа безвитковых секторов n_{β} более быстрыми темпами, чем при увеличении коэффициента однородности $k_{од}$, и уже при $k_{од}=10$ погрешность от неравномерности обмотки составляет всего 0,01% при $n = 10$.

Отметим, что полученный результат — снижение погрешности при увеличении числа n_{β} на первый взгляд может выглядеть неожиданным, поскольку при этом увеличивается общая длина безвитковых секторов.

Практическая реализация предложенного метода может заключаться в следующем. Если, конструкция пояса предполагает наличие безвитковых секторов (зазоров), например, при шарнирном соединении частей пояса для измерения тока в электроэнергетике без разрыва цепи, то не нужно стремиться сделать эти зазоры минимально возможными (что на первый взгляд является логичным), а необходимо увеличить количество безвитковых секторов, расположив их равномерно по длине пояса.

Выводы

1. В работе проведено исследование возможности использования пояса Роговского (воздушного трансформатора) в электроэнергетике для измерения токов промышленной частоты, в частности, в установках высокого напряжения (десятки и сотни кВ).

2. Наличие паразитной емкости, которая увеличивается при неизбежном разнесении в пространстве высоковольтной (собственно — самого пояса) и низковольтной частей ИПТ не приводит к заметным погрешностям преобразования тока (погрешность ниже 0,01%).
3. Пояс Роговского работает на основе закона полного тока и ряд погрешностей измерения тока связан с переходом от идеального (абстрактного, математического) контура к реальному: погрешность от конечного числа элементарных измерительных элементов (витков); погрешность от неравномерности обмотки. Это приводит к нежелательной зависимости выходного сигнала ИПТ: от смещения токопровода внутри пояса; от влияния внешних, по отношению к поясу, магнитных полей; от формы и размеров сечения токопровода с измеряемым током.
4. Погрешность от использования конечного числа витков (элементарных преобразователей) весьма мала (менее тысячных долей процента) при реальном (несколько тысяч) количестве витков, что показал анализ, проведенный в [6].
5. Предложен эффективный метод снижения погрешности от неравномерности обмотки — увеличение количества безвитковых секторов (и соответственно секторов с витками) при их равномерном расположении вдоль контура. Указанная погрешность при этом может составлять всего 0,01% даже при значительном смещении токопровода (на половину радиуса пояса) относительно центрального положения. Также показано, что только уменьшение длины безвитковых секторов не является эффективным методом снижения погрешностей. Безвитковые секторы могут иметь место, например, при шарнирном соединении частей пояса для измерения тока в электроэнергетике без разрыва цепи.
6. Факт малых погрешностей при смещении токопровода также гарантирует то, что неравномерность обмотки не приведет к заметной зависимости результатов измерения тока от формы и размеров сечения токопровода. Этот вывод следует из того, что погрешности рассчитаны при протекании по линейному токопроводу, сечение которого стянуто в точку (нить тока), тогда реальный токопровод можно представить совокупностью нитей, смещенных относительно центра пояса. Отметим, что в электроэнергетике используются следующие формы токопроводов [11]: прямоугольные шины; корытный профиль; «двойное Т»; труба круглая; алюминиевая труба.
7. Учитывая полученные результаты, можно сделать вывод о возможности использования пояса Ро-

говского в электроэнергетике для измерения токов промышленной частоты в составе прецизионных ИПТ. Такой ИПТ имеет ряд преимуществ перед широко используемыми ТТ, в частности: линейность передаточной функции устройства,

малое значение постоянной времени пояса, что важно для повышения быстродействия ИПТ при его использовании в устройствах релейной защиты и автоматики; практически не ограниченный верхний предел измеряемых токов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные направления развития измерительных преобразователей тока для релейной защиты и автоматики: монография / Г. Е. Кувшинов, Д. Б. Соловьев; Российская таможенная академия, Владивостокский филиал. — Владивосток: РИО Владивостокского филиала Российской таможенной академии, 2012. 316 с.
2. Алексеев Б. А. Новые решения в технике измерения тока и напряжения на СВН // Энергохозяйство за рубежом, 1992, № 5.
3. Optical current transducers for power systems: A review // IEEE Trans Power. Deliv, 1994, № 4.
4. Шваб А. Измерение на высоком напряжении: Измерительные приборы и способы измерения.: Пер. с нем. — М.: Энергия, 1973.
5. Казаков М.К., Крамаренко С. В., Казаков Н. М. Интегрирующий измерительный преобразователь // Патент на полезную модель России № 46373, 2005. Бюлл. № 18.
6. Казаков М. К. Использование закона полного тока в дискретной форме для измерения больших постоянных токов. — Электричество, 1997, № 9.
7. Казаков М. К. Измерение больших постоянных токов без разрыва электрической цепи. — Ульяновск: Издательство УлГТУ, 1997.
8. Реализация цифрового интегратора с применением дельтапреобразования. [Электронный ресурс]. Доступ: <https://science-education.ru/pdf/2013/1/62.pdf>.
9. Семенко Н.Г., Гамазов Ю. А. Методы и средства измерений больших постоянных токов и их метрологическое обеспечение // НТО "Прим- прибор". -М.: Изд-во стандартов, 1982.
10. Спектор С. А. Измерение больших постоянных токов. — Л.: Энергия, 1978.
11. Семчинов А. М. Токопроводы промышленных предприятий. — Л.: Энергоиздат, 1982. — 208с.

© Казаков Михаил Константинович (vokazak.m@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Гжельский государственный университет

АИС КАК ОБЪЕКТ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

AIS AS AN OBJECT OF INFORMATIONAL AND TECHNICAL INFLUENCES

K. Klimov

Summary. Information and technical effects (ITV) on radio electronic means (RES) by means of simulating interference are the most effective. The formation of false signals (LS) used in the automatic identification system (AIS) of ships containing distorted information can lead to navigation accidents.

The aim of the article is to study the AIS signals as an object of intentional interference, the approaches to solving the problem of determining the structure of the AIS signals by means of technical analysis of radio signals.

Keywords: Information and technical effects, AIS, false AIS signals, technical analysis of radio signals.

Климов Кирилл Сергеевич

Специалист по информационной безопасности телекоммуникационных систем, специалист по тестированию, АО «Лаборатория Касперского»
kirik-klim@mail.ru

Аннотация. Информационно-технические воздействия (ИТВ) на радиоэлектронные средства (РЭС) с помощью имитирующих помех являются наиболее эффективными. Формирование ложных сигналов (ЛС), используемых в автоматической идентификационной системе (АИС) судов, содержащих искаженную информацию, может привести к навигационным происшествиям.

Целью статьи является исследование сигналов АИС как объекта воздействия преднамеренных помех, рассмотрены подходы к решению задачи определения структуры сигналов АИС методами технического анализа радиосигналов.

Ключевые слова: Информационно-технические воздействия, АИС, ложные сигналы АИС, технический анализ радиосигналов.

Введение

Информационно-технические воздействия (ИТВ) на радиоэлектронные средства (РЭС), являются одним наиболее эффективных методов радиоэлектронного противоборства, предусматривают создание преднамеренных помех, маскирующих и подавляющих полезные сигналы или же несущих дезинформацию.

Автоматическая идентификационная система [1] (АИС) судов предназначена для обеспечения безопасности судоходства и предупреждения столкновений. Суда, оборудованные станциями (транспондерами) АИС, передают сообщения, которые содержат в себе наименование судна, данные о курсе, скорости движения и текущем навигационном статусе. В АИС применяется открытый протокол передачи данных с излучением сигналов на известных международных частотах [3], вследствие чего возможно использование имитирующих помех или ложных сигналов (ЛС) АИС (Рисунок 1–6). Для формирования подобных ЛС необходимо знать сигнально-кодированную конструкцию (СКК) сигналов АИС для последующей их имитации.

Выявление СКК возможно с помощью методов технического анализа радиосигналов, которые приведены в статье.

Виды помех

Помехи делятся на два больших класса: маскирующие и имитирующие [2]. Маскирующие помехи — это прямые радиоизлучения, нарушающие работу РЭС путем маскирования полезных сигналов. Слово «маскирование» при этом понимается в широком смысле, т.е. включает как подавление полезного сигнала помехой, например, за счет нелинейных каскадов приемника, или отдельных узлов приемника путем нарушения их нормального функционирования. Примером маскирующих помех могут служить шумовые помехи, прицельные по частоте и спектру помехи, в частности, хаотические импульсные помехи или просто импульсные помехи с полосой частот, равной полосе частот принимаемого сигнала и др.

Имитирующие (дезинформирующие) помехи — это помехи, трудно отличимые от полезных сигналов, но несущие дезинформацию. Имитирующие помехи не создают сплошного маскирующего и подавляющего фона полезным сигналам, и поэтому реализуются при меньших средних мощностях излучения, чем маскирующие помехи. Характер дезинформации зависит от назначения и специфики подавляемой радиоэлектронной аппаратуры. Применительно к НАП GPS это могут быть автономные уводящие по дальности и скорости помехи, ретрансляционные помехи с последующим уводом по дальности и скорости, ложные спутники.

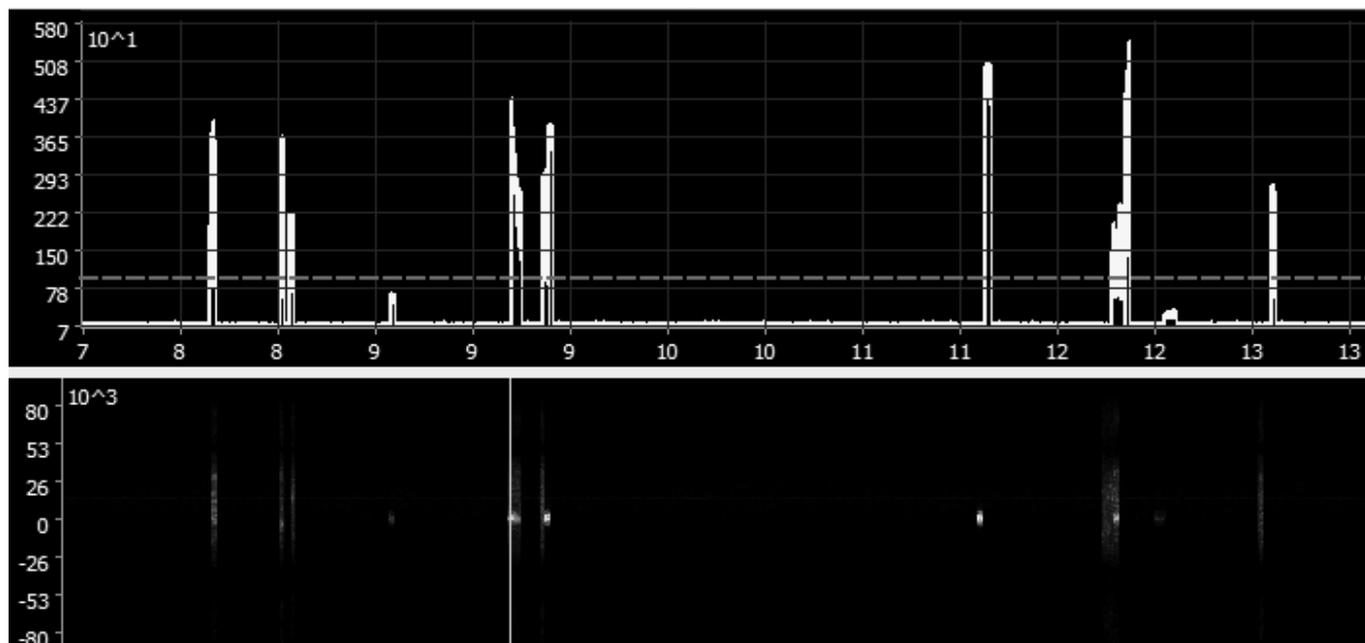
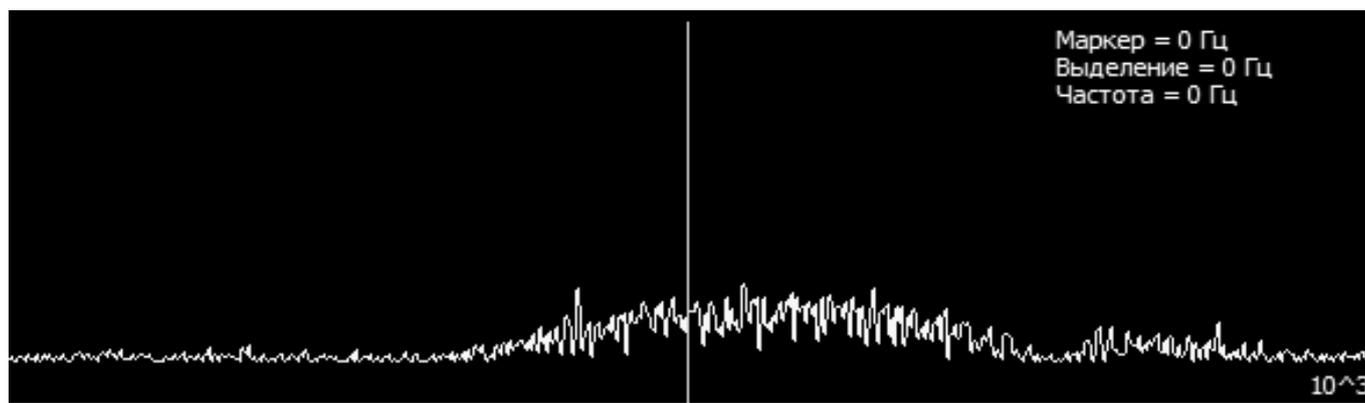


Рис. 1. Сигналы АИС в координатах амплитуда/время и частота/время



Рисинок 2. Спектр сигналов АИС

В данной работе рассматриваются информационно-технические воздействия, создаваемые на основе имитирующих помех или ложных сигналов.

Активные имитирующие помехи обычно предназначаются для внесения ложной информации в подавляемое радиоэлектронное устройство. Под действием имитирующей помехи происходит перегрузка информационных каналов, что может привести к работе радиоэлектронного устройства не только на пределе пропускной способности, но и к ее ограничению, не обеспечивая передачу полезной информации в полном объеме.

Чтобы исключить возможность фильтрации, ложный сигнал не должен значительно отличаться от реального сигнала по техническим параметрам. Например, в радиолокации при имитации ложной цели, находящейся на одном пеленге с действительной целью, но на иной дальности, помеховый сигнал должен иметь, по крайней мере, одинаковую с полезным сигналом поляризацию и несущую частоту. Однако по информационному параметру он отличается от полезного, т.е. помеховые сигналы излучаются по отношению к полезным с некоторой задержкой.

Информационные и сопутствующие параметры помехового и полезного сигналов имеют между собой ста-

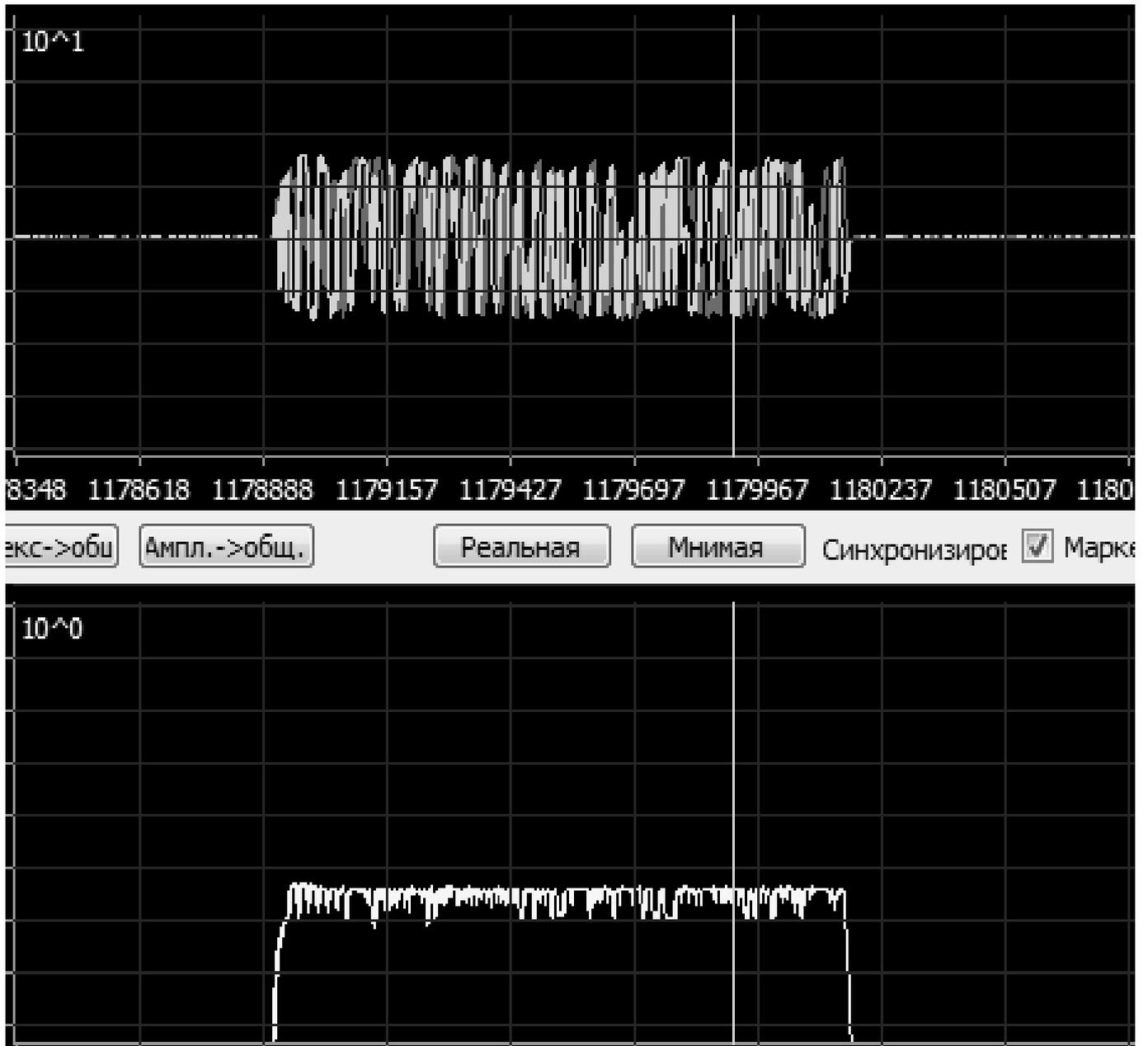


Рис. 3. Пакет (квадратуры, огибающая)

тистическую связь, которая в ряде случаев может переходить в функциональную зависимость.

В соответствии с назначением подавляемого РЭС различают имитирующие помехи для противодействия РЛС, линиям радиосвязи, командным радиопередающим устройствам, системам радионавигации и др.

Будем рассматривать постановку ЛС применительно к системам связи (СС), обеспечивающим автоматизированный обмен информацией между мобильными абонентами.

Примером таких систем могут служить сотовые системы (GSM, 3G, 4G), однако по ним разработано достаточно много средств противодействия.

В отличие от вышеприведенных методов формирования ЛС, предлагается формирование ЛС не только в виде имитирующей помехи, схожей с исходным по техническим параметрам (частота, вид модуляции и кодирования, информационная скорость ...) статической информации, но и внесением после семантического анализа сообщения дополнительной информации, искажающей сообщение.

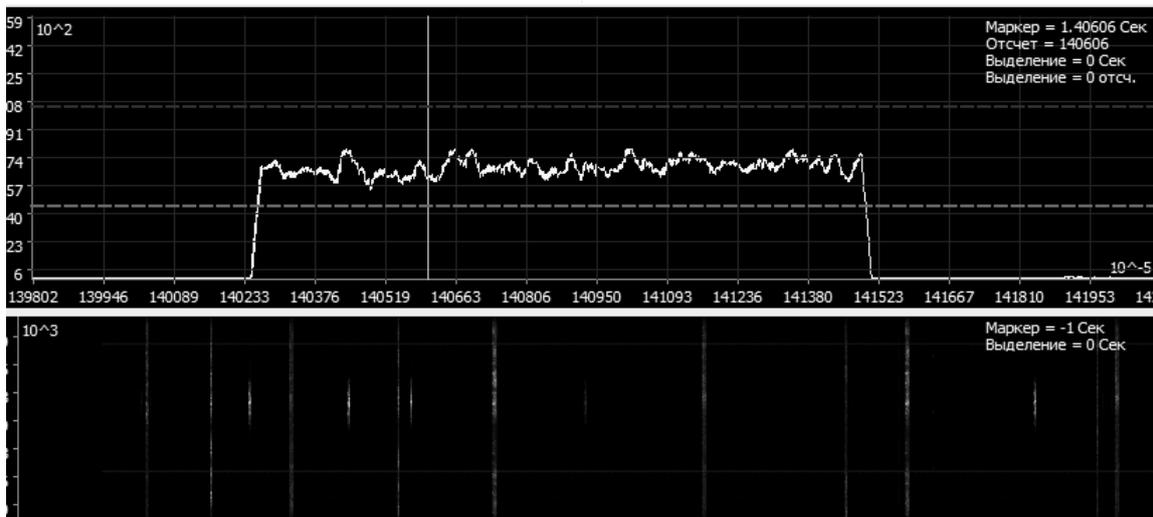


Рис. 4. Выделенный пакет

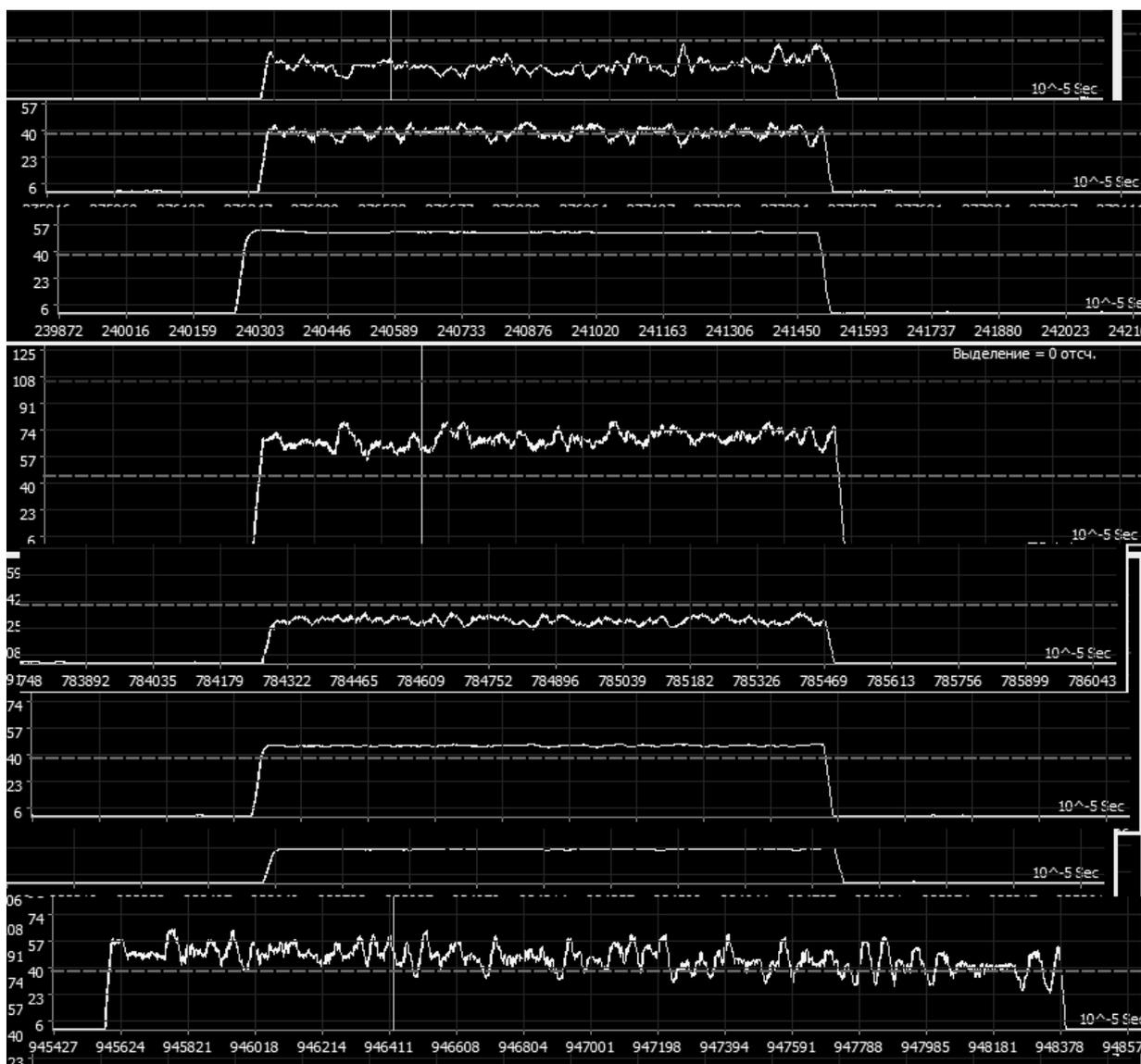


Рис. 5. Вид выделенного пакета в комплексе технического анализа радиосигнала

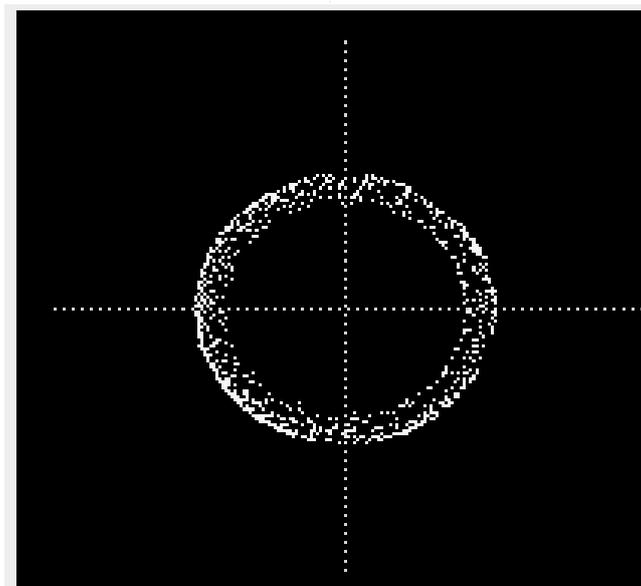


Рис. 6. Фазовое созвездие

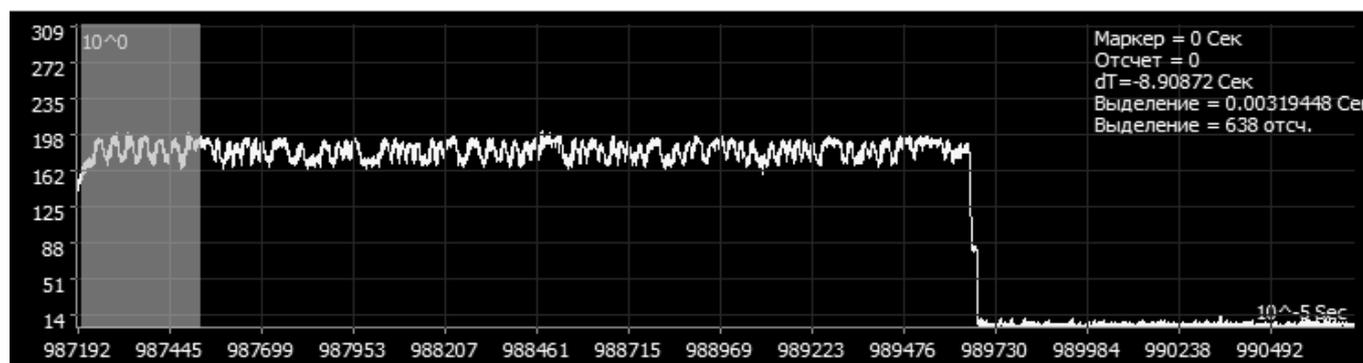


Рис. 7. Посылка (пакет) сигналов АИС, на которой выделен участок синхронизации.

Методы технического анализа сигналов АИС

Классический метод технического анализа цифровой записи сигналов АИС показывает совпадение с априорными данными по их структуре[3]:

- ◆ излучения с модуляцией MSK (GMSK) производятся на двух частотах: 161,975 МГц и 162,625 МГц пакетами со скоростью 9600 бит/с. Сообщения передаются 8-битовым кодом,
- ◆ в каждом частотном канале применяется временное разделение передаваемых сообщений в кадре сигнала[4]. Длительность кадра 60 с, кадр делится на 2250 слотов (временных окон). Длительность слота — 26,67 мс, пакет передаваемой информации в слоте содержит 256 бит. В конце каждого слота имеется бу-

ферная зона из 12 бит, обеспечивающая автоматический прием сообщений, задержанных во времени.

После демодуляции и декодирования сообщение АИС имеет вид:

```

Lat; Lon; MMSI; Speed; Course; Name; Time; Accuracy;
Code
34.26693333333333;-120.09134833333333;636091237;
19.5;286; ;2016-05-07 07:39:33;1;19NWSl@033oJ@
w<CVq8;;8u404rL
33.74024666666667;-118.27806833333333;
366760650;0;238.9; LEADER;2016-05-07 07:39:33;
1;15MiBjP000oRT><CCVe9E@C604rL
30.12177166666667;-122.2397;636013351;7.4;131;2016-
05-07 07:39:33;0;19NS;9h01:G@KUVA75qm7Sv60<01
    
```

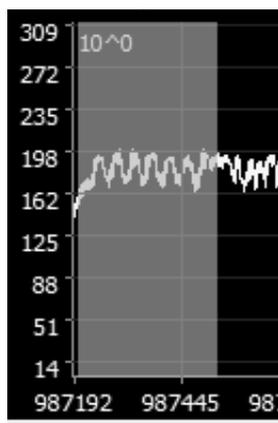


Рис. 8. Участок синхронизации

В приведенном сообщении возможна замена элементов ложными, например, идентификатора 636091237 на другой и передача ЛС, из которого участниками судорождения будет получаться и отображаться искаженная информация с ложными целями.

Большинство корпоративных и специальных СС технически или криптографически закрыты, поэтому как доступ к сообщениям, так и возможность имитации ложных сообщений отсутствует. Но вместе с тем с помощью методов технического анализа радиоизлучений можно выявить открытые служебные участки сообщений, используемые для точной настройки приемников на сигналы, синхронизация модемов, шифраторов и т.д. ЛС с имитацией пакетов сообщений с подобными служебными участками будет восприниматься в СС как полезный сигнал, однако может быть достигнута избыточность сигнального потока, что не позволит принимать полезную информацию, а также технический сбой модемов и шифраторов.

На примере с сигналом АИС определяющим структуру является выделенный участок синхронизации (Рисунок 7–8), который может быть сформирован как ЛС, а в дальнейшем восприниматься в СС всеми приемниками. Интенсивная передача указанного ЛС может привести к перегрузке приемников и блокировке приема полезной информации.

Таким образом, основой для формирования ЛС в закрытых СС является выявление служебных участков пакетов, которые могут быть симитированы и восприняты абонентами СС.

Таким образом, задача информационного обеспечения постановки ЛС разбивается на этапы:

- ◆ Дальний загоризонтный прием пакетных сигналов УКВ-диапазона БЛА и ретрансляция на наземный комплекс мониторинга.

- ◆ Анализ принятых сигналов, определение структуры сообщений и участков, которые могут быть использованы для формирования ЛС.
- ◆ Подготовка исходных данных для формирования ЛС в цифровом виде, которые могут быть введены в комплекс постановки помех.

Методика

формирования ЛС на основе дальнего обнаружения сигналов АИС и анализа их структуры может быть распространена на другие пакетные сигналы УКВ-диапазона. Данная задача также актуальна в городских условиях при наличии большого числа экранирующих зданий.

Наибольшее применение в УКВ-диапазоне имеют пакетные ФМ (фазомодулированные) передачи, характерной особенностью которых является наличие в структуре многочастотных синхронизирующих составляющих, необходимых для правильной настройки приемной аппаратуры и модемов. Имитация подобных пакетов сводится к их запоминанию аппаратурой мониторинга, с дальнейшим переизлучением. Приемная аппаратура абонентов будет вынуждена синхронизироваться по ложному сигналу, принимать ложную информацию, вносящую сбой в сообщения.

Примеры 2, 3 сигналов УКВ приведены ниже (Рисунок 9–13).

Заключение

В данной статье показана методика формирования ЛС АИС с использованием маскирующих и имитирующих помех. Анализ сигнала осуществлялся с использованием комплекса технического анализа.

Пример 2

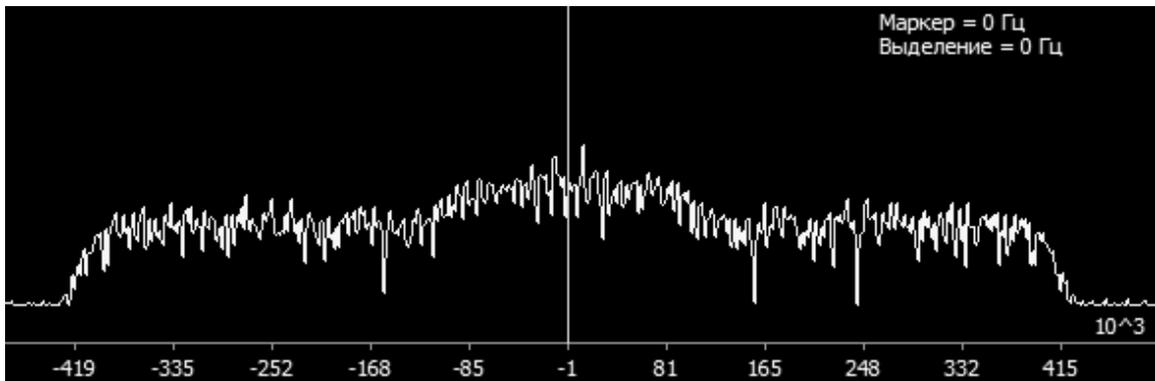


Рисунок 9. Спектр пакетного УКВ-сигнала

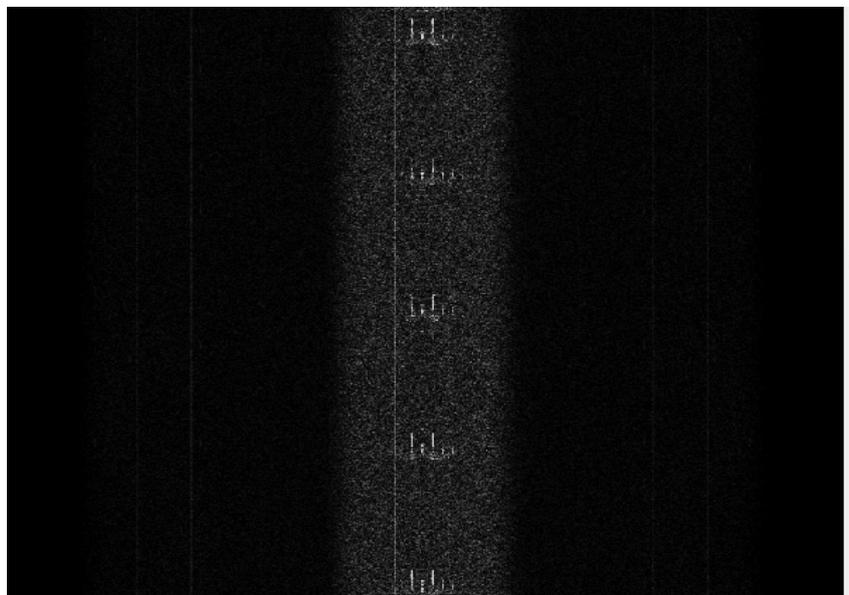


Рисунок 10. Сонограмма пакетного УКВ-сигнала

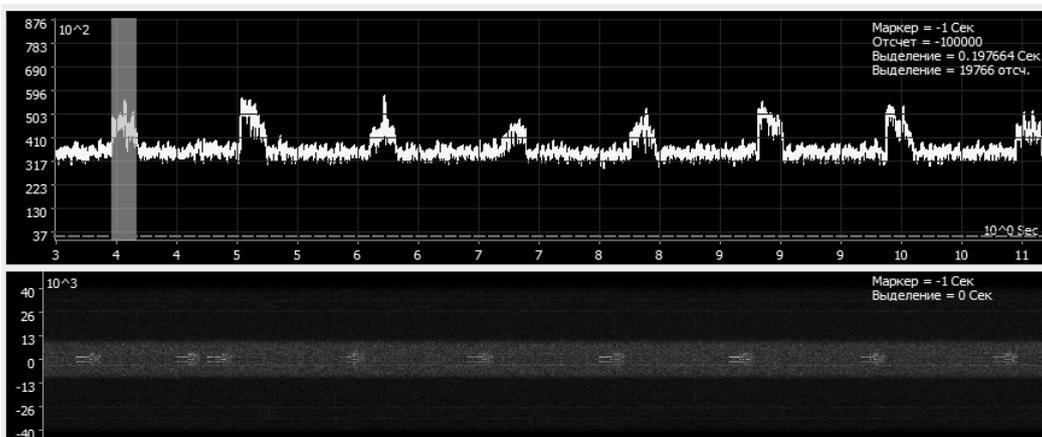


Рисунок 11. Осциллограмма/Сонограмма пакетного УКВ-сигнала

Пример 3

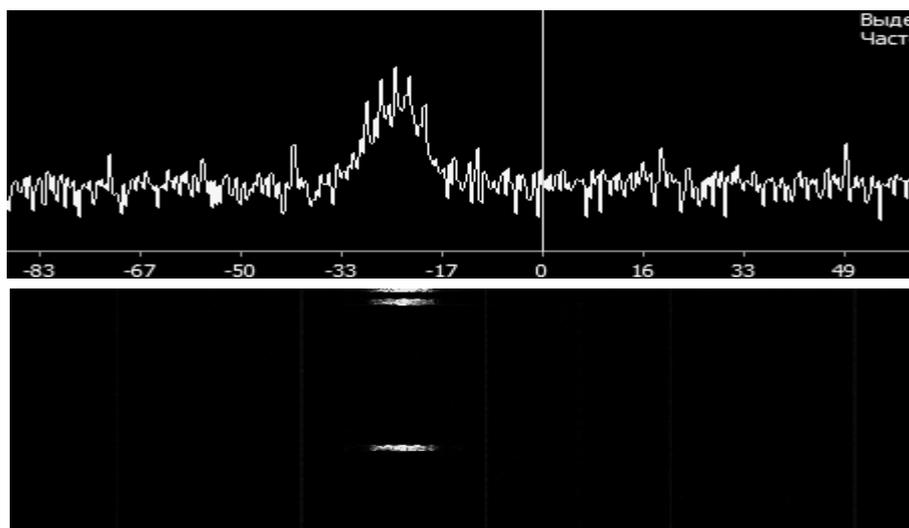


Рис. 12.Спектр и сонограмма пакетного УКВ-сигнала

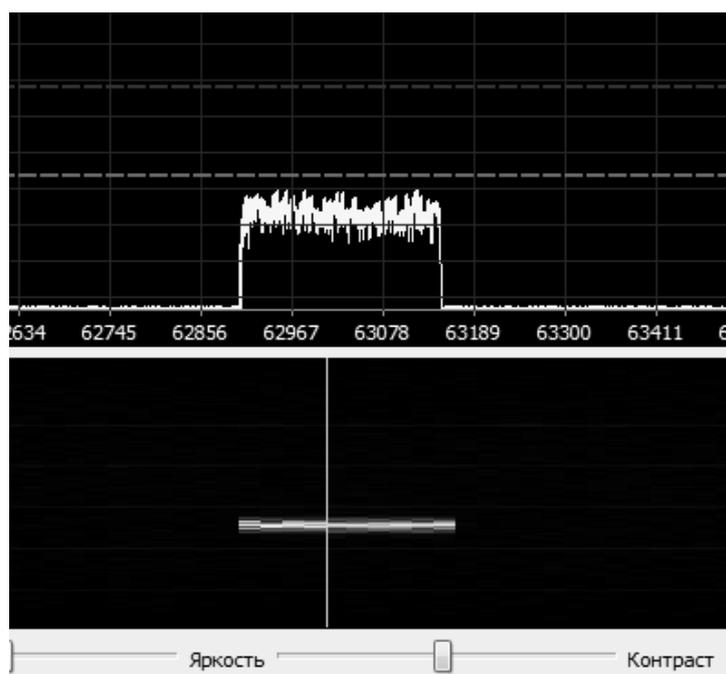


Рис. 13.Осциллограмма/ Сонограмма пакетного УКВ-сигнала

ЛИТЕРАУРА

1. IEC62320–1:2009 Оборудование и системы морской навигации и радиосвязи. Автоматические системы идентификации (AIS).
2. М. В. Максимов, М. П. Бобнев, Б. Х. Кривицкий и др. Защита от радиопомех. Под ред. Максимова М. В. М., «Сов. радио», 1976, — 496 с.
3. Резолюция ИМО MSC.43(64) «Руководство и критерии к системам судовых сообщений».
4. Резолюция ИМО MSC.74(69) «Эксплуатационные требования к комбинированному судовому приёмному оборудованию системы ГЛОНАСС/GPS»

© Климов Кирилл Сергеевич (kirik-klim@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ В ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ВРЕМЕНИ

Минзов Анатолий Степанович

Д.т.н., профессор, Государственный университет
«Дубна», Дубна, Российская Федерация
983083@rambler.ru

ENSURING THE INTEGRITY OF INFORMATION IN DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEMS IN A LONG PERIOD OF TIME

A. Mingzov

Summary. The article discusses issues of ensuring the integrity of information over a long period of time. This task was not raised earlier. However, experience shows that in the long periods of time in electronic archives there can be an uncontrolled change in information and even its disappearance. Attacks on the integrity of electronic archives can be targeted. This requires the creation of information technology to ensure the integrity of archives. The work is devoted to the mechanism of the integrity of information in the electronic archive by creating a distributed managed trusted environment. This allows you to track the processes, data, user actions and make decisions about the choice of the owners of the archive, restore the archive with a partial loss of information in it and meet attacks on the integrity of the archive.

Keywords: information integrity, electronic archive, long period of time, attack.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения целостности информации в длительных периодах времени. Такая задача ранее не ставилась. Однако опыт показывает, что в длительных периодах времени в электронных архивах может происходить не контролируемое изменение информации и даже её исчезновение. Атаки на целостность электронных архивов могут носить целенаправленный характер. Это вызывает необходимость создания информационных технологий по обеспечению целостности архивов. В работе рассматривается механизм работы системы обеспечения целостности информации в электронном архиве путем создания распределенной управляемой доверенной среды. Это позволяет контролировать процессы, данные, действия пользователей и принимать решения по выбору владельцев архива, восстанавливать архив при частичной потере информации в нем и противодействовать атакам на целостность архива.

Ключевые слова: целостность информации, электронный архив, длительный период времени, атака.

Введение

Проgressирующее развитие информационных технологий с новыми возможностями создания виртуальных сред и распределенных вычислительных систем заставляет нас несколько по-другому взглянуть на проблемы обеспечения безопасности информации в этих системах. Появилась тенденция встраивания систем защиты информации в распределенные вычислительные системы, что нашло отражение и в нормативных документах [1–6]. Стало более заметным и отсутствие в этих условиях новых подходов к обеспечению механизмов конфиденциальности, целостности и доступности информации. Сегодня все решения по проектировании систем информационной безопасности имеют ограниченные жизненные циклы управления, а нормативные документы включают в себя рекомендации по выводу элементов систем защиты информации из эксплуатации. Реально длительность жизненного цикла систем безопасности существенно зависит от морального старения элементов этих систем и составляет сегодня менее 10 лет.

Есть и еще одна тенденция, которая вплотную приближается к рассматриваемой проблеме. Это необходимость хранения личной цифровой информации в длительном периоде времени, значительно превышающем время жизни человека. До сих пор считается, что самой надежной формой хранения информации является бумага. Известно выражение, что «рукописи не горят», однако, это далеко не так. Интенсивная урбанизация населения, повышение плотности застройки городов создают проблемы для хранения информации на бумажных и других носителях от пожаров и других угроз. С другой стороны, интенсивный переход к цифровым технологиям привёл нас к тому, что время жизни носителей информации в электронном виде не существенно отличается от времени жизни бумажных документов. Отсюда возникает главное противоречие: с одной стороны, идет резкая интенсификация технологий обработки и обмена информацией, а с другой стороны мы совершенно не заботимся о том, как, где, сколько времени и в каких формах хранится эта информация. Есть ещё одна тенденция, связанная с нарастанием значительных объемов данных, которые требуются нам для запоминания. Причём

эта информация имеет, как правило, смысл, но лишена некоей логической последовательности. К ней относятся: логины и пароли от различных информационных систем, социальных сетей, почтовых служб; пароли от электронных кошельков денежных информационных систем и дистанционного банковского обслуживания; пароли доверенной загрузки и систем электронной подписи; пин-коды платежных банковских карт; информация, относящаяся к личной и семейной тайнам и другая. Часть этой информации передается другим лицам с разным уровнем доступа, а личная информация может передаваться по наследству. Таким образом, сегодня возникает противоречие между увеличивающимися возможностями информационных систем, средств связи и телекоммуникаций и устаревшими подходами к обеспечению целостности информации в этих системах в длительных периодах времени.

1. Целостность информации и механизмы её обеспечения и контроля

Термин «целостность» используется в различных областях знаний: информационная безопасность, компьютерная безопасность, защита компьютерных сетей и информационных систем. Но практически везде он имеет одинаковый смысл:

1. **Целостность информации (ресурсов автоматизированной информационной системы)** — состояние информации (ресурсов автоматизированной информационной системы), при котором ее (их) изменение осуществляется только преднамеренно субъектами, имеющими на него право [4].
2. **Целостность информации** — состояние информации, при котором отсутствует любое ее изменение, либо изменение осуществляется только преднамеренно субъектами, имеющими на него право.
3. **Целостность ресурсов информационной системы** — состояние ресурсов информационной системы, при котором их изменение осуществляется только преднамеренно субъектами, имеющими на него право, при этом сохраняются их состав, содержание и организация взаимодействия.
4. **Целостность информации** — это состояние информации, при котором отсутствует любое ее изменение субъектами, не имеющими на это права. Основные процессы, которые должны обеспечиваться в механизмах целостности: хранение, передача и отображение информации.

Таким образом, в широком смысле этого слова термин целостность имеет отношения не только непосред-

ственно к самой информации, но также и к тем субъектам, которые имеют отношение к хранению, передаче и отображению информации.

Все угрозы нарушения целостности информации относятся к любым формам несанкционированного воздействия на информацию, приводящие к её изменению, нарушению логической последовательности или исчезновению. В ответственных информационных системах, например критических информационных инфраструктурах, механизм целостности может быть более сложным и включать защиту информации от субъектов, имеющих права на её изменение, но действия которых могут привести к её разрушению или уничтожению¹.

Основными механизмами обеспечения целостности информации (данных) в информационных системах являются:

1. Обеспечение отказоустойчивости (**надежности**) хранения информации. Это достигается многократным дублированием информации на различных носителях и в виртуальных средах. Показатели надежности могут быть рассчитаны при известных вероятностях безотказной работы отдельного устройства или облачного сервиса.
2. Обеспечение безопасного **восстановления** информации при её хранении. Такая задача возникает в том случае, когда информация представляет собой архивы документов, копии которых отличаются по контролю целостности.
3. Обеспечение требований по целостности информации **при передаче её по линиям связи** путем помехоустойчивого кодирования, хеширования, шифрования, использования имитовставки и применения электронной подписи документов.
4. Выполнение требований по **доступности и целостности** информации путем выполнения требований по резервированию каналов связи, оборудования и проведения других мероприятий по обеспечению непрерывности бизнеса [2].
5. Выполнение требований по **конфиденциальности** к информации, содержащейся в информационных системах, и к информационным технологиям обеспечения целостности информации и её контроля.

Практическая реализация контроля целостности обеспечивается в механизме инкапсуляции при проектировании классов в объектно-ориентированном программировании. При этом необходимо ориентироваться на требования стандарта [4–6] (*Common Criteria*),

¹ В настоящее время этот вопрос вообще не рассматривается в нормативной документации. Однако при обеспечении целостности на длительный период времени он должен быть обязательно решен (*авт.*).

который описывает инфраструктуру требований по свойствам безопасности отдельных её компонентов. Для этого в этом стандарте предусматриваются функции безопасности в форме семейства *FDP_UIT*, которые определяют требования по обеспечению целостности данных пользователя при их передаче между объектом и другим доверенным продуктом информационной технологии, а также возможность их восстановления при обнаружении ошибок.

К сожалению, вопросы обеспечения целостности информации при её отображении в настоящее время не рассматриваются. Однако в будущих информационных системах и особенно в критических информационных инфраструктурах это требование может появиться.

Есть ещё один важный аспект этой проблемы. В длительных периодах времени будет происходить не только контролируемое изменение информации в архивах документов, но и смена владельцев этих архивов. Для этого необходима разработка механизмов безопасной реализации этих процессов. Существуют и технические аспекты этой проблемы, связанные с управлением архивом, его расширением и переходом на новые форматы и технологические платформы.

Остается актуальной и другая задача — создание доверенной среды всех субъектов, имеющих отношение к архиву.

Таким образом, механизмов обеспечения целостности информации на длительный период времени сегодня не существует, а процессы управления архивами с позиций обеспечения их целостности не рассматривались.

2. Постановка задачи обеспечения целостности информации в длительных периодах времени

Наименование проекта:

Система обеспечения целостности архива в продолжительных интервалах времени (СОЦ)

Цель проекта:

Разработка механизма управления архивом информации с передачей прав его наследования очередному владельцу при заданном уровне надежности хранения криптографически защищенной информации.

Ограничения и допущения:

1. Общая сеть (Интернет) будет модернизироваться эволюционно с сохранением преемственности протоколов передачи информации.
2. Операционные системы также остаются консервативными в отношении поддержки команд ис-

полняемых файлов. Направление их развития идет в сторону повышения надежности, производительности, безопасности и расширения интерфейсов взаимодействия с оборудованием и приложениями.

3. Форматы хранения информации консервативны и будут изменяться в сторону обеспечения их безопасности и надежности при условии совместности их разных версий.
4. Виртуальные среды будут все более доступны для архивов и процессов.
5. Права владельца архива и других его пользователей контролируются системой (*System Management Console*), размещенной в виртуальной среде на одной из платформ *PaaS (Platform-as-a-Service)*. Любые их действия, направленные на расширение своих прав, приводят к блокированию у них консоли управления (*Archive User Console*).
6. Все действия с архивом протоколируются и могут быть восстановлены пользователями, имеющими на это права. Изменения истории архива недопустимы, даже владельцем документа. Все изменения проводятся только относящиеся к текущему времени.
7. Смена владельца архива проводится по процедуре, организованной *System Management Console* на основании списка очередных владельцев архива. Условием запуска этой процедуры может быть потеря активности владельца архива в течении определенного промежутка времени, либо желание его владельца через его консоль (*Archive Owner Console*).
8. Решение на включение нового пользователя архива и его права принимает владелец архива. Решения по доступу пользователей к общей публичной информации принимает *System Management Console* по заданным критериям.
9. Аутентификация пользователей архива и процессов осуществляется на основе архитектуры открытых ключей. Эта процедура запускается при входе в архив.
10. Ограничения на время работы СОЦ нет. Переход на другие технологические платформы осуществляется без изменения программной среды приложений и проводятся под управлением владельца архива по процедуре, исключающей возможность его модификации, также полного или частичного исчезновения (нарушения целостности).
11. Все элементы системы (процессы и данные) многократно дублируются, синхронизируются при изменениях и контролируются на целостность.
12. Восстановление архива проводится по процедуре установления консенсуса для его отдельных элементов.

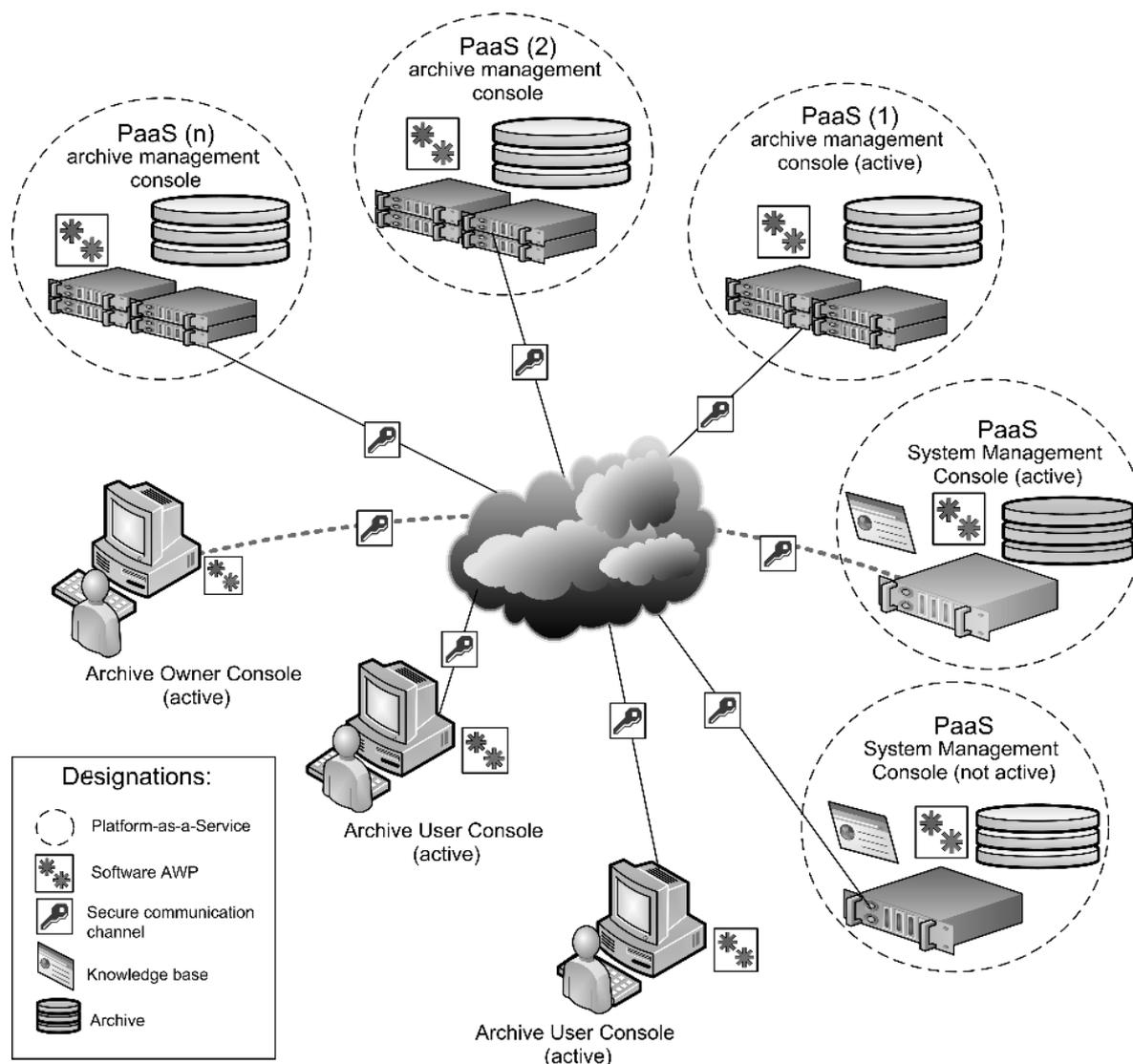


Рис. 1. Структура системы обеспечения целостности архивов

Сфера применения

Физические или юридические лица, желающие гарантировано передать информацию архива очередному его владельцу (наследнику) в неограниченном периоде времени.

3. Структура системы обеспечения целостности информации и её основные функции

Структура системы представлена на рис. 1. Вся организация работы архива в длительном периоде времени осуществляется в четырех взаимосвязанных структурах (рис. 1):

1. Управления архивом (AMC — *Archive Management Console*).
2. Управления системой (SMC — *System Management Console*).

3. Система управления владельца архива (AOC — *Archive Owner Console*).

4. Система доступа пользователя архива (AUC — *Archive User Console*).

Управление архивом осуществляется автономно на одной из активных платформ. Хранение архива осуществляется в несколько десятках копий в различных виртуальных средах на платформах PaaS. Передача управления на архив и синхронизация всех изменений с другими копиями архива осуществляется с SMC. Формат хранения архива настраивается при запуске системы и представляет собой логически связанную структуру документов, которые классифицируются при вводе в архив по определенным признакам. Определяющим фактором является дата документа, занесенного в архив, но реестр документов позволяет отображать содержание архива во всех возможных сочетаниях описания

признаков документов. Все документы архива зашифрованы и передаются пользователю архива после проверки возможности его доступа и полномочий.

Наиболее сложным элементом систем обеспечения целостности является *SMC*. Именно её функции определяют длительность обеспечения целостности архива и включают:

1. Принятие решения на передачу прав доступа к архиву очередному владельцу (при определенных условиях). Применение разных механизмов наследования архива.
2. Организация взаимодействия с пользователями активного архива и установление им прав доступа.
3. Контроль работы всех пользователей архива и подготовка отчетов.
4. Синхронизация изменений архива во всех его копиях и информации управления.
5. Контроль целостности процессов консолей управления AMC, SMC, AOC, AUC и данных.
6. Генерация ключей и их сертификатов. Содержание архива ключей.
7. Шифрование архива. Синхронизация службы времени консолей управления.
8. Перенос архива на новые платформы и среды.
9. Восстановление целостности архива по отдельным его элементам с использованием процедуры консенсуса.
10. Оценка рисков нарушения целостности архива со стороны пользователей и уведомление об этом владельца архива.
11. Перенос виртуальных копий на материальные носители.

12. Поиск новых виртуальных средств для хранения копий.
13. Выявление признаков атак на активный архив и смена активного архива.

Функции очередного владельца архива включают:

1. Установление на своём хосте консоли владельца архива и получение от *SMC* права на его управление.
2. Пополнение списка очередных владельцев архива определение способов связи *SMC* с ним.
3. Определение мест хранения архива в современных виртуальных средах.
4. Определение прав и условий доступа к архиву очередных участников и других пользователей.
5. Изменение содержания архива в пределах времени его владения и доступных ему документов.
6. Изменение доступных ему настроек управления архивом.
7. Определение форматов хранимой информации.
8. Запуск процессов переноса архива в другие виртуальные среды и устройства.
9. Принятие решения на передачу прав доступа к архиву очередному владельцу.

Заключение

Механизм работы СОЦ основан на создании распределенной управляемой доверенной среды, позволяющей контролировать процессы, данные, действия пользователей и принимать в отдельных случаях решения по выбору владельцев архива, управлять работой архива, восстанавливать архив при частичной потере информации в нем и противодействовать атакам на целостность архива.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISO/IEC27001:2005 Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements.
2. ISO/IEC27002:2013 Information technology — Security techniques — Code of practice for information security controls.
3. ISO/IEC27003:2017 Information technology — Security techniques — Information security management systems — Guidance.
4. ISO/IEC27005:2008 Information technology — Security techniques — Information security risk management.
5. ISO/IEC15408–1:2009 Information technology — Security techniques — Evaluation criteria for IT security — Part 1: Introduction and general model.
6. ISO/IEC CD15408–2 Information technology — Security techniques — Evaluation criteria for IT security — Part 2: Security functional components.
7. ISO/IEC CD15408–3 Information technology — Security techniques — Evaluation criteria for IT security — Part 3: Security assurance components.

© Минзов Анатолий Степанович (983083@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФОРМИРОВАНИЕ ПОНЯТИЙНОГО АППАРАТА В ОБЛАСТИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИНСАЙДЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

FORMATION OF DEFINITION COMPLEX FOR INSIDER COUNTERACTION SCOPE

M. Polyanichko

Summary. The article deals with the problem of the lack of a unified definition of an "insider". The definitions used in the international literature are analyzed, the key characteristics of insiders are highlighted. A unified definition of the insider is offered taking into account various aspects characterizing insider activity.

Keywords: insider, information security, internal threats, information theft, fraud.

Поляничко Марк Александрович

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО ПГУПС (г. Санкт-Петербург)
polyanichko@pgups.ru*

Аннотация. В статье рассматривается проблема отсутствия единого понятийного аппарата в области противодействия инсайдерам. Приводятся и рассматриваются используемые в международной литературе определения, выделяются ключевые характеристики инсайдеров. Предлагается определение инсайдера, учитывающее различные аспекты, характеризующие инсайдерскую деятельность.

Ключевые слова: инсайдер, информационная безопасность, внутренние угрозы, кража информации, мошенничество.

Многие группы исследователей работают над проблемой обнаружения и предотвращения инцидентов информационной безопасности, связанных с деятельностью инсайдеров [6]. В исследованиях принимают участие как государственные структуры и образовательные учреждения, так и коммерческие организации. Тем не менее, несмотря на активные работы в этой области, до сих пор не выработано единое определение понятия «инсайдер» [7, 8]. Например, во многих работах, рассматривающих проблему инсайдерских угроз, определение инсайдера не приводится, так как подразумевается, что этот термин интуитивно понятен. В связи с этим, в отсутствие единого понятийного аппарата, многие исследования порождают собственное понимание инсайдерской угрозы, которое может быть специфическим для конкретного набора данных, ситуации, предубеждений и предположений. В результате могут возникнуть сложности в разработке новых методов противодействия инсайдерам и при применении разработанных методик противодействия инсайдерам в различных областях или отраслях. Помимо этого, ситуация осложняется существованием определений, которые могут прямо противоречить друг другу.

Разработка единого понятийного аппарата необходима для того, чтобы гарантировать, что выявленные угрозы действительно относятся к инсайдерским. Кроме того, благодаря разработке и использованию понятийного аппарата, можно сравнить различные подходы к обнаружению инсайдеров для выбора наилучшего подхода для обнаружения конкретного типа инсайдера.

В исследованиях, посвященных внутренним угрозам можно найти различные противоречивые определения

инсайдера. В таблице 1 приводится сводка основных, наиболее часто используемых определений.

Рассмотрение приведенных определений позволяет обобщить и выделить некоторые ключевые характеристики, отличающие инсайдеров от посторонних лиц:

- ◆ Инсайдеры — это доверенные лица. Они, как правило, являются сотрудниками, но также могут быть подрядчиками, консультантами, временными помощниками и даже сотрудниками сторонних деловых партнеров, которые имеют официальные или неофициальные деловые отношения с организацией [5, 10]. Разница с внешним нарушителем заключается в том, что инсайдерам можно доверять, поскольку они считаются частью организации, могут подписать соглашение о конфиденциальности и/или предполагается, что они преследуют цели, которые отвечают интересам организации.
- ◆ Инсайдеры имеют законный доступ. Важно проводить различие между законным и санкционированным доступом. Например, технический специалист или уборщик может иметь законный доступ в помещения, но на самом деле может не иметь права просматривать документы, оставленные на столах. Законный доступ может привести к физическому доступу или доступу по сети (например, удаленный доступ).
- ◆ Инсайдеры обладают знаниями об информации, информационных системах и услугах, используемых в организациях [1, 3]. Эти знания не ограничиваются только обладанием информацией о имеющихся базах данных и информационных системах, но и подразумевают понимание ценно-

Таблица 1. Определения инсайдера

№	Определение	Источник
1.	«Любое лицо, имеющее доступ к информационным системам и сервисам, права в них или знания о них и действующее внутри периметра безопасности».	Бишоп [1]
2.	«[...] инсайдером является любое лицо, которому был предоставлен любой уровень доступа к информационной системе. [...] Важно то, что после того, как пользователям было предоставлено какое-либо официальное явное право на информационную систему, они считаются инсайдерами.»	Баттс и соавт. [2]
3.	«[...] имеется в виду любые и все лица, которые имеют доступ к информации организации, включая как подрядчиков, временных работников и т.п.»	Кэрролл [3]
4.	«Инсайдер: кто-то с официальным доступом к компьютерам и сетям организации. Например, инсайдером может быть подрядчик, аудитор, бывший сотрудник, временный деловой партнер и многие другие.»	Предд и соавт. [10]
5.	«[...] инсайдерами обычно являются сотрудники, подрядчики и консультанты, временные помощники и даже персонал сторонних деловых партнеров и их подрядчиков, консультантов и так далее.»	Шульц [5]
6.	«Человек, пользующийся доверием и имеющий доступ к конфиденциальной информации и информационным системам»	Андерсон и соавт. [11]
7.	«Инсайдер — любой, кто работает внутри периметра безопасности»	Патзакис [12]
8.	«Законные пользователи, знакомые с информационными системами, которые злоупотребляют своими привилегиями и могут причинить значительный ущерб»	Чинчани [13]

Таблица 2. Ключевые характеристики определений

Определение	Учет характеристик					Итог
	Доверие	Законный доступ	Знания об ИС	Навыки	Мотивация	
1.	0	1	1	0	0	2
2.	0	1	1	0	0	2
3.	0	1	1	0	0	2
4.	0	1	1	0	0	2
5.	0	1	0	0	0	1
6.	1	1	1	0	0	3
7.	0	1	0	0	0	1
8.	0	1	1	0	0	2
Итог	1	8	6	0	0	—

сти информации, которая хранится в них, а также процедур и мер безопасности, которые были приняты для защиты информации. Поскольку инсайдеры знают о мерах и политиках безопасности, они имеют возможность их нарушать, оставаясь незамеченными. Существует ролевая классификация инсайдеров [4], в которой в качестве основного критерия используется уровень знаний о системе, которыми они обладают. Начиная от администраторов системы, которые имеют полные административные права до продвинутых пользователей, которые не имеют этих прав, но обладают существенными знаниями и правами внутри системы, и пользователей приложения, которые, скорее всего, способны злоупотреблять информацией, которая доступна из приложений, с которыми они работают.

Помимо перечисленных ключевых характеристик необходимо принять во внимание и учесть в разрабатываемом определении еще несколько особенностей, характерных для инсайдерских угроз:

- ◆ Инсайдеры должны обладать навыками, необходимыми для совершения противоправных действий. Таким образом, инсайдерам требуются не только знания об информации, информационных системах и услугах, используемых в организации, но и умения для реализации возможностей по злоупотреблению своим положением.
- ◆ В современных условиях связывание определения инсайдера с периметром безопасности становится практически невозможным, так как границы периметров организаций размываются в связи с ростом популярности мобильных и об-

ланных технологий, развитием VPN сетей, использования в работе аутсорсинга и субподрядчиков.

- ◆ Инсайдер должен личный интерес (мотивацию) к совершению злонамеренных действий. Данный интерес может выражаться как в получении материальных выгод, так и в удовлетворении эмоциональных потребностей.

Для анализа полноты существующих определений предлагается составить матрицу учета ключевых характеристик для каждого определения из таблицы 1.

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что основными характеристиками инсайдера, которые учитываются в большинстве рассматриваемых определений являются наличие законного доступа и наличия знаний об информационных системах организации, а информация о наличии у нарушителя необходимых навыков и мотивации не учитывается ни в одном их определений.

Следовательно, разрабатываемое определение должно отражать все характеристики инсайдера. Также необходимо отметить, что помимо характеристик самого инсайдера при разработке определения необходимо учесть различные формы представления информации (электронную и физическую) и условия, в которых инсайдер действует, то есть правила безопасности организации, отраженные в политике безопасности или других локальных нормативных актах.

Таким образом предлагается следующее определение инсайдера: «Инсайдер — доверенный субъект, который имеет и использует возможность нарушить одно или несколько правил безопасности организации по отношению к информационному активу вне зависимости от формы его представления в личных интересах».

Формализовано понятие «инсайдер» может быть представлено в виде логического условия [9]:

$$Insider(emp_i) = \begin{cases} 1, & emp_i \in EMP \wedge \exists event_i \notin R \wedge P \neq \emptyset \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

где emp_i — работник,
 $event_i$ — действие работника,
 EMP — легитимные работники организации,
 R — множество разрешенных действий,
 P — личная выгода.

Для формирования понятийного аппарата, необходимо также привести определения понятий «инсайдерская угроза» и «инсайдерская деятельность».

Инсайдерская деятельность — открытые или скрытые единичные действия или последовательности действий инсайдеров, наносящие ущерб для организации.

Ущерб от инсайдерской деятельности — последствия, возникшие в результате действий инсайдера и выражающиеся в нанесении имущественных или моральных потерях для организации.

Инсайдерские угрозы — совокупность условий и факторов, создающих опасность возникновения инсайдерской деятельности в организации.

Инсайдерский инцидент информационной безопасности — одно или несколько зафиксированных событий информационной безопасности, вызванных инсайдерской деятельностью.

Предложенное определение может быть использовано при разработке подходов и методов противодействия инсайдерам, построения автоматизированных систем их обнаружения. Применение данного определения позволит унифицировать процессы управления инцидентами информационной безопасности, связанных с внутренними нарушителями и сравнивать их эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bishop M., Gates C. Defining the insider threat // Proceedings of the 4th annual workshop on Cyber security and information intelligence research developing strategies to meet the cyber security and information intelligence challenges ahead — CSIRW '08. 2008. С. 1.
2. Butts J. W., Mills, R.F. & Baldwin, R.O. (2005). Developing an Insider Threat Model Using Functional Decomposition. In Proceedings of the Third international workshop on mathematical methods, models, and architectures for computer network security (St. Petersburg).
3. Carroll M. D. (2006). Information Security: Examining and Managing the insider Threat. In Proceedings of the 3rd annual conference on Information security curriculum development, Kennesaw, Georgia (USA).
4. Furnell S., Phyo A. H. Considering the Problem of Insider IT Misuse // Australian Journal of Information Systems. 2003. № 2 (10). С. 134–138.
5. Schultz E. E., «A framework for understanding and predicting insider attacks», Computers & Security, vol. 21, pp. 526–531, 2002.
6. Поляничко М. А., Королев А. И. Подход к выявлению инсайдерских угроз в организации // Естественные и технические науки. 2018. — № 9., Выпуск (123). — 2018 — с. 152–154.
7. Поляничко М. А. Предметно-ориентированная онтология представления инсайдерской угрозы // Естественные и технические науки. 2018. — № 12., Выпуск (126). — 2018 — с. 453–458.

8. Поляничко М. А., Королев А. И. Критерии классификации инсайдеров // Естественные и технические науки. 2018. — № 9., Выпуск (123). — 2018 — с. 149–151.
9. Поляничко М. А. Модель среды возникновения инсайдерской угрозы // Естественные и технические науки. 2018. — № 12., Выпуск (126). — 2018 — с. 449–453.
10. L. Pfleeger, J. B. Predd, J. Hunker, and C. Bulford. 2010. Insiders behaving badly: addressing bad actors and their actions. IEEE Transactions on Information Forensics and Security 5, 1 (2010), 169–179.
11. R. Brackney, R. Anderson. Understanding the insider threat: Proceedings of a march 2004 workshop. Technical report, RAND Corporation, Santa Monica, CA, March 2004.
12. J. Patzakis. New incident response best practices: Patch and proceed is no longer acceptable incident response. Technical report, Guidance Software, Pasadena, CA, September 2003.
13. R. Chinchani, D. Ha, A. Iyer, H. Q. Ngo, and S. Upadhyaya. 2010. Insider threat assessment: Model, analysis and tool. In Network Security. Springer, 143–174. 2010. С. 2010.

© Поляничко Марк Александрович (polyanichko@pgups.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЭКОСРЕДЫ: ПРОБЛЕМА ОСТАНОВКИ

Серпик Вячеслав Дмитриевич

Старший преподаватель, Восточно-Сибирский
институт МВД России, г. Иркутск
pantsui@mail.ru

MODELING OF POLLUTION OF ECOLOGICAL ENVIRONMENT: PROBLEM OF STOPPING

V. Serpik

Summary. In the industrial sphere, production of resources and other industries, pollution influences an environment (flora, fauna) often critically for self-recovery, environment pollutant neutralization. It is necessary to identify levels of influence, danger and also geotemporary characteristics of pollution.

One of such important problems is the problem of the termination of observation of pollution (the termination of expensive/difficult monitoring) of Wednesday, concentration of pollutants, their danger, damage to flora fauna. Especially dangerously deep pollution of the soil that to identify it, to neutralize, it is necessary to localize its geotemporary characteristics.

The technique, mechanisms, algorithms and software (tools) of localization of pollutant taking into account a class of its danger will be necessary. Such monitoring is very difficult, but mathematical modeling allows to predict pollution, to solve the specified problem.

Work is devoted to the system and mathematical analysis and the description of this problem, its research. The technique, mathematical model, identification procedure are considered.

The specified results will allow to realize the intellectual systems of decision-making on impurity of area, in particular, an expert system. A task relevant in emergency, emergency situations.

Keywords: modeling, stop, pollution, observation, system analysis.

Аннотация. В промышленной сфере, добыче ресурсов и других отраслях, загрязнение влияет на окружение (флору, фауну), часто критически для самовосстановления, нейтрализации загрязнителя среды. Следует идентифицировать уровни воздействия, опасности, а также геовременные характеристики загрязнения.

Одной из таких важных проблем является проблема прекращения наблюдения за загрязнением (прекращения дорогостоящего/сложного мониторинга) среды, концентрацией загрязнителей, их опасности, ущерба флоре-фауне. Особо опасно глубокое загрязнение почвы, чтобы его идентифицировать, нейтрализовать, необходимо локализовать его геовременные характеристики.

Понадобятся методика, механизмы, алгоритмы и программные средства (инструментарий) локализации загрязнителя с учетом класса его опасности. Такой мониторинг весьма сложен, но математическое моделирование позволяет прогнозировать загрязнение, решить указанную задачу.

Работа посвящена системному и математическому анализу и описанию данной проблемы, ее исследованию. Рассмотрены методика, математическая модель, процедура идентификации.

Указанные результаты позволят реализовать интеллектуальные системы принятия решений по загрязненности области, в частности, экспертную систему. Задача актуальна в аварийных, чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: моделирование, остановка, загрязнение, наблюдение, системный анализ.

Содержательная постановка задачи

Системные проблемы экологии требуют системного рассмотрения целей, ресурсов, элементов, структур обеспечивающих принятие решений экологического развития, обеспечения экологической устойчивости среды, системы.

Исследователи придерживаются традиционно («популяционного») понимания экологических проблем общества [1], [2]. Но эволюционные потребности и цели современного общества требуют выделить экологию информационную и человека, изучить его поведение в окружающей (в том числе, информационной) среде.

Без математического, ситуационного моделирования, системного анализа это невозможно в силу сложности и плохой формализуемости отношений в среде, ее многокритериальности и неопределенности, отсутствия научного и опытного материала для обоснования принимаемых решений.

Необходимо исследование, моделирование «рабочих» проблем в экосистемах. Наличие загрязнения требует идентификации его источника, момента загрязнения, очистки, прекращения наблюдения.

Одной из таких важных проблем является проблема прекращения наблюдения за загрязнением (прекраще-

Таблица 1. Сравнительный анализ среднего возраста и ВВП стран

№	Страны	Средний возраст, лет	ВВП, \$ млрд. год
1	Австралия	82,8	1262,34
2	Бразилия	75	1556,44
3	Великобритания	81,2	2885,48
4	Израиль	82,5	316,77
5	Индия	68,3	2487,94
6	Россия	70,5	1267,55
7	США	79,3	19284,99
8	Ю. Корея	82,3	1379,32

ния дорогостоящего/сложного мониторинга) среды, концентрацией загрязнителей, их опасности [3], ущерба флоры-фауны. Особо опасно глубокое загрязнение почвы, чтобы его идентифицировать, нейтрализовать, необходимо локализовать его геовременные характеристики.

Влияет загрязнение и на качество жизни — прямо или косвенно (см. табл. 1).

В качестве исходных при моделировании данных («жизненного цикла» системы) необходим комплекс разнотипных (строительство, рекультивация, регенерация, нейтрализация и др.) данных, их анализ технологиями Big Data, Data Mining, Social Mining и др.

Для этого понадобится соответствующая методика локализации, которая позволит учесть классы опасностей загрязнителей, спрогнозировать загрязнение.

Работа посвящена системному и математическому (модельному) рассмотрению данной проблемы.

Формализация задачи и ее системный анализ

Стало уже понятно, что первичная продуктивность экосистем не покрывает потребностей человечества, поэ-

тому важно выявить инвариантные связи, эволюционные закономерности в экосреде, учитывать полнее требования человека к источникам возобновляемых ресурсов в экосистемах. Будущее человечества определит регуляторная функция, самоорганизация и выходы на устойчивый режим экосреды, использования ее ресурсов [4].

Системный анализ [5] предлагает общесистемные принципы исследования. Адаптированные к экосреде, они формулируются следующим образом:

1. продуктивность экосистем — не всегда возобновляема, устойчива;
2. рост продуктивности в экосистеме — за счет активации дополнительных энергетических и иных ресурсов, биоразнообразия, динамичности;
3. биоразнообразиие — прямое следствие плохо изученных фундаментальных законов Земли, Космоса;
4. планетарного масштаба процессы определяются саморегуляционным механизмом, вариабельностью экосистемы;
5. невозможны часто полностью экомониторинг, структурирование экосистем — лишь на общих гипотезах, учитывающих геовременные отношения;
6. декомпозиция (обычно ведущая к потерям информации, «шумам» в системе) возможно лишь

динамическим переупорядочиванием в системе, максимизацией эффективности обратных связей, контактов с окружением;

7. фундаментальные задачи экологического образования «чувствительны» к интересам экосреды, общества, человека.

Отметим сложность принятия экологических решений, из-за неопределенности. Заранее, вероятностно, невозможно прогнозировать загрязнение в системе. Сказывается внутренняя сложность — сложность внутренних состояний, управления, связей в экосистеме. Внешняя сложность идентифицируется сложностью отношений с окружением.

Меру сложности оценивать будем потенциалом (функционалом) эволюции, устойчивости, а эволюционную сложность экосистемы — разностью внутренней сложности (связей подсистем) и внешней (связей с окружением).

Оптимальная остановка процесса наблюдения за загрязнением при неопределенной функции выигрыша

Пусть имеется игровая бескоалиционная ситуация, в которой N игроков принимают решение на основе N независимых последовательностей $x_n^{(1)}, x_n^{(2)}, \dots, x_n^{(N)}$ данных.

Считаем, что

$\{x_n^{(i)}\}, i = 1, 2, \dots, N$ образуют марковскую цепь на множестве состояний $E = \{0, 1, 2, \dots, k\}$, генерируемых из начальных состояний a_1, a_2, \dots, a_N . Игроки готовы остановить процесс наблюдения в любой момент времени, каждой остановке (в момент τ_i) соответствует стратегия игроков.

Так как игра бескоалиционная, то распределение выигрышей участников происходит для каждой пары. Если $x_{\tau_i}^{(i)} > x_{\tau_j}^{(j)}$, то выигрывает i -ый игрок (при $x_{\tau_i}^{(i)} = x_{\tau_j}^{(j)}$ — ничья).

Интересует стратегия, ведущая к равновесному состоянию.

Для каждого состояния, в котором случайные последовательности из E поглощаются в состояниях 0 и k , заданы вероятности $q_j^{(i)}, p_j^{(i)}, j = 1, 2, \dots, k - 1$ перехода в предыдущую или последующее состояние j -му состоянию.

Рассмотрим канонические шкалы:

$$U_i = \{u_0^{(i)}, u_1^{(i)}, \dots, u_k^{(i)}\}: u_0^{(i)} = 0, u_1^{(i)} = 1, \\ u_j^{(i)} = 1 + d_1^{(i)} + d_1^{(i)} d_2^{(i)} + \dots + d_1^{(i)} d_2^{(i)} \cdot \dots \cdot d_{j-1}^{(i)}, \\ j = 2, 3, \dots, k,$$

$$d_j^{(i)} = \frac{q_j^{(i)}}{p_j^{(i)}}, j = 1, 2, \dots, k,$$

а также векторы параметров $d = (d_1, d_2, \dots, d_N)$,

$$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_N), s^{(i)} = (s_0^{(i)}, s_1^{(i)}, \dots, s_k^{(i)})$$

и спектры стратегии $i, s_j^i = P\{x_{\tau_i}^i = j\}$.

Оптимальные спектры $s^{(i)}$ определяются как решения задач линейного программирования [6]:

$$\sum_{i=1}^N (d_i u_{\alpha_i} + \beta_i) \rightarrow \min_D \\ D = \{(d_i; \beta_i; s_j^{(i)}) : i = 1, 2, \dots, N, j = 0, 1, \dots, k\}, \\ \sum_{\sigma=0}^k \sum_{m=1}^N s_i^{(m)} \delta(j, l) \leq d_i u_j + \beta_i, \sum_{j=0}^k s_j^{(i)} = 1, \\ \sum_{j=0}^k s_j^{(i)} u_j^{(i)} = u_{\alpha_i}^{(i)}, s_j^{(i)} \geq 0, \alpha_i \geq 0, \beta_i \geq 0 (\beta_i \leq 0).$$

Идентифицировав спектры, можно найти оптимальные стратегии $\tau_1^*, \tau_2^*, \dots, \tau_N^*$ для наблюдающих за загрязнением (игроков).

Случайное блуждание $x_n^{(i)}$ можно рассматривать как процесс загрязнения — очистки среды. Если задача — максимизировать очистку, согласно определенной функции выигрыша на E , когда эта функция зависит от урожая с других, параллельно развивающихся с рассматриваемой экосистемой.

Если вероятность обнаружения загрязнения $p(r^* = l) = pr^*$,

то оптимальное значение завершения наблюдения $r^* (\max p(|r - l| \leq N, N \geq 1))$ находим, решая уравнение:

$$r(u) = r(u_1, \dots, u_{n+1}) \\ = \max \left\{ \frac{1 - q^n}{1 - q} + u_1 + \dots + u_{n+1}, q \int_{-\infty}^{\infty} r(g(x), g(x)u_1, \dots, g(x)u_n) f_0(x) dx \right\},$$

где

$$g(x) = \frac{f_1(x)}{q f_0(x)}.$$

В области $\{u_i \geq 0, j = 1, 2, \dots, n + 1\}$ реализуется метод последовательных приближений $r_0(u) = 0$,

$$r_i(u) = \max \left\{ \frac{1-q^n}{1-q} + u_1 + \dots + u_{n+1}, \right. \\ \left. q \int_{-\infty}^{\infty} r_{i-1}(gu_1, \dots, gu_n) f_0(x) dx \right\}, i \geq 1.$$

Условие остановки наблюдений: прекратить наблюдения на наблюдении $x_n, n \geq N + 1$, для которого выполнено условие [6], [7]

$$r \left(\frac{f_1(x_n)}{qf_0(x_0)}, \frac{f_1(x_n)f_1(x_{n-1})}{q^2f_0(x_n)f_0(x_{n-1})}, \dots, \right. \\ \left. \frac{f_1(x_n)f_1(x_{n-1}) \dots f_1(x_{n-N})}{q^{N+1}f_0(x_n)f_0(x_{n-1}) \dots f_0(x_{n-N})} \right) = \\ = \frac{1-q^N}{1-q} + \frac{f_1(x_n)}{qf_0(x_0)} + \frac{f_1(x_n)f_1(x_{n-1})}{q^2f_0(x_n)f_0(x_{n-1})} + \dots \\ + \frac{f_1(x_n)f_1(x_{n-1}) \dots f_1(x_{n-1})}{q^{N+1}f_0(x_n)f_0(x_{n-1}) \dots f_0(x_{n-N})}.$$

Область определения — $(N + 1)$ -мерный куб со стороной $a, 0 \leq u_i \leq a$.

Функции $r(u_1, u_2, \dots, u_{N+1}), r_i(u_1, u_2, \dots, u_{N+1})$ задаются в узлах сетки, получаемой «подкубами», получаемыми в сеточной области $\{u_i\}$.

Заключение

Загрязнение попадает в среду «воздух-вода-почва», воздействуя негативно на флору, фауну. Уровень воздействия зависит от концентрации веществ, их опасности, но и малые концентрации (с эффектом суммации) способны сильно вредить.

Основные загрязнители — отходы нефтехимии, газодобычи (фенол, ацетат, стирол и др.). Риск-ситуация при несоблюдении экологических и технологических требований ведут к загрязнению окружающей среды, экосистемы, что опасно из-за многофакторной токсичности, миграции в среде, как, например, в нефтегазовой сфере [8]. Наличие загрязнения требует идентификации его источника, момента загрязнения, очистки. Нелинейные модели, обеспечивают большую релевантность, но они сложны, их используют реже. Необходимо нормировать, снижать [9] загрязнение среды.

Полученные результаты позволят реализовать экспертные системы [10] и системы принятия решений (СППР) по загрязненности среды. Эта задача актуальна, например, в чрезвычайных ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков В.Н., Криницин С.В., Кряжковский Ф.М., Мартинес-Рика Х.П. Проблемы восприятия современным обществом основных понятий экологической науки // Экология, № 3, 1996, с. 165–170.
2. Пых Ю.А., Малкина-Пых И.Г. Об оценке состояния окружающей среды. Подходы к проблеме // Экология, № 5, 1996, с. 323–329.
3. Экзарьян В.Н. Эколого-экономическая оценка техногенных последствий от изменений геологической среды как основа перехода на модель устойчивого развития // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2014, № 3, с. 242–251.
4. Кочергин А.Н. процессы самоорганизации в природных, социальных и когнитивных системах // Науч. вестник МГТУ ГА, 2014, № 203, с. 36–42.
5. Казиев В.М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем. -М.: Бином. Лаборатория знаний. ИНТУИТ. 2007. — 288с.
6. Мазалов В.В. Игровые моменты остановки. — Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 1987. -189 с.
7. Wojdecki T. Probability maximizing approach to optimal stopping and its application to a disorder problem // Stochastics. — 1975, v.3.
8. Ольховикова Н.Ю. Классификация технологий локализации и ликвидации загрязнений фенолсодержащими средами // Сборник тезисов XII Всероссийской конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» (12–14 февраля 2018 г). -М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, 2018.
9. Редина М.М., Хаустов А.П. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды. -М.: Юрайт, 2014. — 430с.
10. Гражданкин А.И. Экспертная система оценки техногенного риска опасных производственных объектов / А.И. Гражданкин, П.Г. Белов // Безопасность труда в промышленности. 2000, № 11, с. 6–10.

© Серпик Вячеслав Дмитриевич (pantsui@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА ПОРЦИОНЕР, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ РАВНОМЕРНУЮ ВЫРАБОТКУ И ПОДДЕРЖКУ ЦЕНТРА МАСС ТОПЛИВА В ОПРЕДЕЛЕННОМ ДИАПАЗОНЕ

DEVELOPMENT OF PORTIONED PROVIDING EQUABLE OUTPUT AND SUPPORT OF THE MASS OF FUEL CENTER IN A SPECIFIC RANGE

Hossein Nadjari
Hossein Safaa Muhammad Ridha Hossein
Hanfar Adam
Ossiala Venceslas Bel Amour
Matveichuk Irina Alekseevna

Summary. At present time, there is a work package for creation and equipping civil aviation with new aircrafts and helicopters, which, according to their flight-technical and operational characteristics should provide a higher level of safety, regularity and intensity of flights compared to the existing level, aircraft fuel savings, reduction the cost of maintenance and repair, and cost of air transportation. But at the same time, the equipment currently being used is also being improved, which must also meet the increased requirements, both technical and economical

Keywords: Portioner; Fuel system; ESP; density; reliability; bearing.

Хоссейн Наджари

Ассистент, Аспирант, Самарский Университет
имени академика С. П. Королева
hosseinnadjari@gmail.com

Хуссейн Сафаа Мохаммед Ридха Хуссейн

Аспирант, Самарский Университет имени
академика С. П. Королева; Преподаватель, Университет
Кербела, Кербела, Ирак
safaa_m333@yahoo.com

Ханфар Адам

Аспирант, Самарский Университет имени
академика С. П. Королева
Khanfar.adam@gmail.com

Оссиала Венсеслас Бель Амур

Аспирант, Самарский Университет имени
академика С. П. Королева
ossialav@gmail.com

Матвейчук Ирина Алексеевна

Аспирант, Самарский Университет имени
академика С. П. Королева
irina.vasileva.14@mail.ru

Аннотация. В настоящее время развернут комплекс работ по созданию и оснащению гражданской авиации новыми самолетами и вертолетами, которые по своим летно-техническим и эксплуатационным характеристикам должны обеспечивать более высокий в сравнении с существующим уровень безопасности, регулярности и интенсивности полетов, экономию авиатоплива, снижение расходов на техобслуживание, ремонт и себестоимость авиационных перевозок. Но наряду с этим совершенствуется и эксплуатируемая в настоящее время техника, которая также должна отвечать возросшим требованиям, как техническим, так и экономическим.

Ключевые слова: порционер; топливная система; ЭЦН; плотность; надежность; подшипник.

Введение

Дальнейшее развитие гражданской авиации тесно связано с переходом отрасли на новые условия хозяйствования и ускорением научно-технического прогресса. Успех в условиях рынка возможен лишь на основе внедрения современной авиационной техники, модернизации ныне действующей и прогрессивных технологий ее использования и технической эксплуатации [1].

Известно, что в процессе производства и эксплуатации невозможно обеспечить полностью одинаковые

характеристики у однотипных агрегатов. Так, для перекачивающих насосов топливной системы самолета невозможно обеспечить одинаковый уровень топлива в расходном баке.

Через разницу в производительности перекачивающих насосов происходит неравномерная выработка топлива из левых и правых баков топливной системы. Это приводит к возникновению кренящих моментов, что усложняет пилотирование самолета, и в некоторых случаях при отказе автоматики выравнивания уровня топлива в баках может отрицательно сказаться на безопасности полетов.

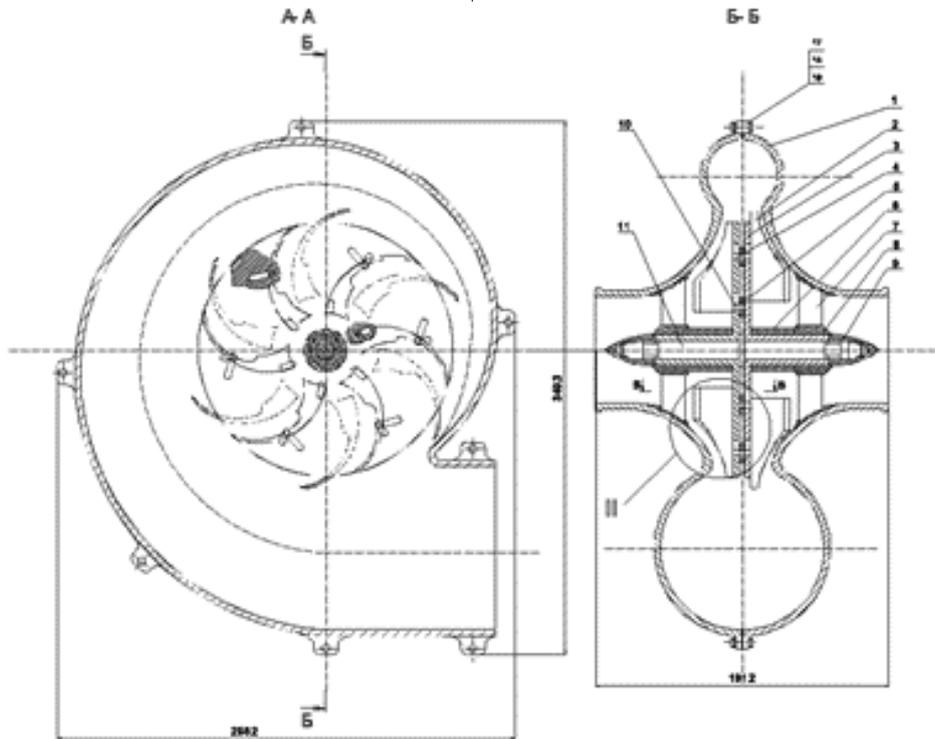


Рис. 1. Порционер центробежный. (1- корпус, 2- лопатка, 3- крыльчатка, 4- штифт, 5, 6- втулка, 7- направляющий аппарат, 8- подшипник скольжения, 9- колпачок, 10- штифт, 11- вал)

Целью статьи является конструктивное усовершенствование топливной системы, позволяющее повысить уровень надежности и экономическую эффективность, улучшить качество и сократить сроки технического обслуживания.

Принцип работы порционера

Существующий объемный порционер обеспечивает поддержание необходимого уровня топлива в расходном баке, но не обеспечивает равномерную выработку из правых и левых баков [2,3].

Для обеспечения равномерной выработки и поддержания центра масс топлива в определенном диапазоне предлагается установить центробежный порционер (рис. 1.) в расходный отсек. В крыльчатках порционера выполнены радиальные и наклонные пазы, а лопатки обеспечены штифтами, размещенными в радиальных пазах.

При этом периферийные штифты взаимодействуют со стенками наклонных пазов противоположной крыльчатки и имеют возможность радиального смещения лопаток каждой крыльчатки в противоположных к общему валу направлениях.

Порционер установлен в расходном баке. Перекачивающие насосы соединены с расходным баком через порционер.

Конструктивно порционер представляет собой две крыльчатки с подвижными лопатками, которые установлены на общем валу. Вал устанавливается в подшипниках скольжения, закрепленных во внутреннем кольце направляющего аппарата.

В продольном отношении вал фиксируется втулками, установленными на валу. Корпус представляет собой улитку-сборник топлива с выходным патрубком, открытым в бак.

Лопатки на крыльчатке закреплены так, что имеют возможность перемещаться в пазах, расположенных в радиальном направлении. В эти пазы введены штифты, запрессованные втулками.

Один длинный штифт каждой лопатки введен в паз противоположной крыльчатки.

Эти пазы на крыльчатках вырезаны наклонно по отношению к их радиусам, что обеспечивает перемещение лопаток вверх-вниз (на больший или меньший радиус) при вращении крыльчаток относительно друг друга.

Центробежный порционер работает следующим образом:

При перекачке топлива из периферийных баков в расходный бак насосами перекачки, топливо поступает в расходный бак через порционер. Поскольку изготовить насосы с совпадающими на всех расходах характеристиками технологически трудно, то вполне очевидно, что одна из групп насосов по отношению к другой будет развивать большее давление.

Допустим, что перекачивающие насосы правых баков развивают большее давление, чем перекачивающие насосы левой группы. В этом случае при перетекании топлива через порционер крутящий момент на правой крыльчатке будет большим, чем момент на левой крыльчатке. Правая крыльчатка вращается против часовой стрелки. Это приводит к установке лопаток левой крыльчатки на минимальном диаметре при перемещении длинных штифтов в нижнюю часть пазов на правой крыльчатке и по этой же причине к установке лопаток правой крыльчатки на максимальном диаметре. В этом положении на лопатках правой крыльчатки срабатывается больший перепад давления, чем на лопатках левой крыльчатки.

Правая крыльчатка в этом случае работает как турбина, которая передает повышенный момент на левую крыльчатку, которая работает в этом случае как насос.

Расходы топлива на обоих крыльчатках выравниваются.

Угол поворота крыльчаток, который определяется размерами наклонных пазов, выбирается экспериментально. Предлагаемый порционер простой по конструкции, а, следовательно, и более надежный, обеспечивает выравнивание расходов из периферийных баков и не требует дополнительных источников энергии, как, например, электроэнергии, на которой работают электронные автоматы центровки.

Расчет и профилирование рабочего колеса центробежного порционера

Расчет проводим для колеса, работающего в режиме насоса. Определим суммарную подачу перекачивающих насосов, с одной стороны.

Перекачивающий насос ЭЦН (рис. 2.) [4] имеет максимальную производительность 12000 л/час на высоте $H = 0$ м, и минимальную 3500 л/час на высоте $H = 14000$ м. Средняя производительность насоса ЭЦН составляет 7750 л/час.

При перекачке топлива из трех баков в расходный бак принимают участие три насоса ЭЦН с каждой стороны. Суммарная производительность трех насосов — 23250 л/час, что составляет 0,0064583 м³/с.

Используя характеристику насоса ЭЦН определяем, что перепад давления при подаче 7750 л/час составляет 1,625 кг/см².

При плотности топлива 820 кг/м³ он создает напор, который определяется как:

$$H = \frac{P}{\rho}$$

P — перепад давления, создаваемый насосом;

ρ — плотность топлива.

$$H = 19,817 \text{ м.}$$

Исходные данные для расчета:

$$\text{Подача } Q = 0,0064583 \text{ м}^3/\text{с.}$$

$$\text{Напор } H = 19,817 \text{ м.}$$

$$\text{Плотность топлива } \rho = 820 \text{ кг/м}^3.$$

Принимаем частоту вращения рабочего колеса крыльчатки $n = 2500$ об/мин.

Определяем коэффициент n_s :

$$n_s = 3,65 \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}, n_s = 78,075.$$

Определяем мощность насоса по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{102 \cdot \eta},$$

$\eta = 0,75$ — полный КПД насоса (определяется по номограмме);

g — ускорение свободного падения.

$$N = 0,013 \text{ кВт.}$$

Определяем диаметр вала рабочего колеса:

$$d_6 = 450 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n}}, d_6 = 11,56 \text{ мм,}$$

$$\text{принимаем } d_6 = 0,012 \text{ м.}$$

Определим диаметр рабочего колеса D_2 по формуле:

$$D_2 = 19,1 \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot H}}{n}, D_2 = 0,151 \text{ м.}$$

Определяем диаметр втулки:

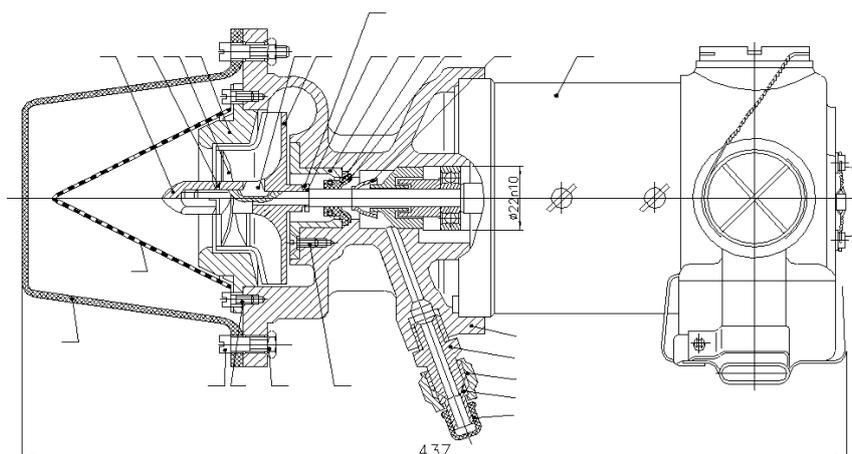


Рис. 2. Насос ЭЦН

$$d_{em} = 1,25 \cdot d_e \times d_{em} = 0,015 \text{ м}$$

Рассчитаем параметры входных элементов:

$$D_0 = \sqrt{4 \cdot \frac{Q_p}{\pi \cdot V_0}}, V_0 = 0,08 \cdot \sqrt[3]{Q_p \cdot n^2}, V_0 = 2,733 \text{ м/с,}$$

$$D_0 = 57 \text{ мм.}$$

Для данного рабочего колеса значение b_2 можно определить из равенства площадей входа и выхода:

$$b_2 = \frac{D_0^2 - d_{em}^2}{4 \cdot D_2}, b_2 = 4,5 \text{ мм; } b_2 = 5 \text{ мм.}$$

Определяем значение b_1 :

$$b_1 = 2 \cdot \frac{D_0}{4} \cdot \left(1 - \frac{d_{em}^2}{D_0^2}\right), b_1 = 0,028 \text{ м.}$$

Значение D_1 определяем из выражения: $D_1 = 0,9 \cdot D_0$, $D_1 = 0,051 \text{ м}$.

Поскольку, рассчитанное колесо имеет низкое значение к n_{st} , то расчет и профилирование лопасти будем проводить по среднему значению. Лопасть имеет цилиндрическую форму, то есть располагается нормально к основному и покрывающему дискам.

Как показали исследования, придание лопасти пространственной формы на входе улучшает гидравлические показатели рабочего колеса.

Выполняем лопасть пространственной формы на входе и цилиндрической на выходе.

Из-за сжимаемости потока лопастями меридиональную скорость на входе определяем по отношению:

$$V_{1m} = V_0 \cdot k_1$$

$k_1 = 1,2$ принятый коэффициент сжимаемости на входе $V_{1m} = 3,28 \text{ м/с}$.

Угол закручивания потока при входе на лопасти:

$$\text{tg}(\beta_{1n}) = \frac{V_{1m}}{U_1}$$

U_1 — окружная скорость на входе.

$$\beta_{1n} = 19,36^\circ.$$

Угол установки лопасти на входе выбираем с учетом введения некоторого угла атаки d для улучшения обтекания профиля:

$$\beta_1 = \beta_{1n} + \delta$$

принимая $\delta = 10^\circ$. Угол β_1 должен находиться в пределах 15–30°.

$$\beta_1 = 30^\circ.$$

По полученному значению β_1 проверяем и уточняем коэффициент сжимаемости k_1 .

Принимаем значение толщины лопастей = 4 мм, число лопастей $z = 6$.

$$k_1 = \frac{\frac{\pi \cdot D_1}{6}}{\frac{\pi \cdot D_1}{6} - \frac{S}{\sin(\beta_1)}}, k_1 = 1,26$$

Для расчета элементов выхода зададимся отношением скоростей:

$$V_{2m}/V_0 \text{ и } w_1/w_2.$$

Таблица 1. Расчет элементов лопасти

№ точек	r, мм	T=2πr/z	s, мм	V _m , м/с	w, м/с	sinβ	β	Tgβ	у	(B _i +B _{i+1})/2	Θ _k
1	26	26,70	4	3,63	9,37	0,5375	32,5	0,637	0,0615	0,05880429	18,7
2	31	32,52	4	3,52	9,39	0,498	29,9	0,574	0,0560	0,05929628	18,9
3	37	74,52	4	3,26	9,41	0,4004	23,6	0,437	0,0625	0,05694321	37,0
4	42	44,16	3	3,31	9,43	0,4191	24,8	0,462	0,0513	0,049167	52,7
5	48	49,97	3	3,28	9,45	0,4075	24,0	0,446	0,0469	0,04510423	67,0
6	53	55,79	3	3,26	9,47	0,3981	23,5	0,434	0,0432	0,04285861	80,6
7	59	61,61	2	3,19	9,41	0,3716	21,8	0,4	0,0424	0,0409177	93,7
8	64	67,43	2	3,18	9,43	0,367	21,5	0,395	0,0393	0,03857447	106,0
9	70	73,25	1,5	3,15	9,45	0,3539	20,7	0,378	0,0377	0,037077	117,8
10	76	79,06	1,5	3,09	9,56	0,3422	20,0	0,364	0,0363	0,01818475	123,5

Принимаем:

$$V_{2m} = 1,1 \cdot V_0, w_1/w_2 = 0,7.$$

Угол лопасти на выходе из рабочего колеса определяем из соотношения:

$$\sin(\beta_2) = \frac{w_1}{w_2} \cdot \frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{V_{2m}}{V_0} \cdot \sin(\beta_1),$$

$$\beta_2 = \arcsin(\beta_2), \beta_2 = 20^\circ$$

Проведем профилирование лопасти по точкам. Угол β изменяется в пределах от β₁ до β₂, графическим интегрированием, переходя на малые значения Dr и строя соответствующий угол β, спроектируем лопасть.

Угол установки лопасти на любом радиусе можно определить из соотношения:

$$\sin(\beta) = \frac{s}{t} + \frac{V_m}{w}$$

Расчет выполняем в табличном виде (таблица 1).

$$\Theta_k = \frac{180 \cdot \Delta r}{\pi} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{B_i + B_{i+1}}{2}$$

По полученным координатам скелета лопасти подбираем три радиуса и описываем среднюю линию. Из точек средней линии проводим окружности с радиусами s_i.

Огибающая, этих окружностей представляет собой контур лопасти в плане. Расчет элементов лопасти сводим в (таблицу 1.).

Расчет отвода центробежного порционера

Спиральный отвод порционера состоит из спиральной камеры и диффузора. Спиральный отвод должен обеспечить оптимальный режим работы порционера.

Гидравлические характеристики спирали определяются следующими конструктивными элементами: поперечным сечением горловины спирали F_к, углом охвата спирали j_s, шириной спирали b₃, диаметром основного круга спирали D₃. Выбор этих элементов в приближении может быть определён из математических соотношений, однако действительные параметры этих элементов устанавливаются опытным путем.

Расчет параметров спирального отвода будем вести графоаналитическим методом.

Максимальный габаритный размер спирали определяется поперечным сечением ее горловины.

Определим параметры горловины: диаметр горловины выбираем из условия обеспечения необходимого суммарного расхода.

Суммарный расход составляет:

$$Q = 0,0129166 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Скорость истечения топлива из горловины — V = 2 м/с.

Таблица 2. Геометрические характеристики спирали

№ точек	Ri	Di	Bi=bi/ri	(Bi+Bi+1)/2	Δri	ΔQ
1	0,105	0,0163	0,15439	0,1596	0,01125	0,00080043
2	0,117	0,0250	0,21459	0,1845	0,01125	0,00098069
3	0,128	0,0354	0,27726	0,2459	0,01125	0,00117923
4	0,139	0,0463	0,33273	0,3050	0,01125	0,00139607
5	0,150	0,0573	0,38103	0,3569	0,01125	0,00163120
6	0,162	0,0683	0,42310	0,4021	0,01125	0,00188462
7	0,173	0,0795	0,45997	0,4415	0,01125	0,00215632
8	0,184	0,0963	0,52337	0,4917	0,01125	0,00244632
					ΣΔQ	0,0124749

Необходимый диаметр горловины D_г равен:

$$D_r = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q}{V \cdot \pi}}, D_c = 0,1 \text{ м.}$$

Начальный диаметр спирали D₃ принимаем равным:

$$D_3 = 1,15 \cdot D_2, D_3 = 0,174 \text{ м.}$$

Ширину спирали принимаем равной:

$$b_3 = 0,014 \text{ м.}$$

Расчет геометрических характеристик спирали будем вести в табличной форме (таблица 2.).

По данным таблицы 2. видно, что спроектированный спиральный отвод обеспечивает необходимые значения расходов.

Расчет элементов крепления рабочей лопасти

Как было сказано выше, рабочая лопасть крепится к рабочему колесу с помощью двух штифтов.

В процессе работы на штифты действуют радиальная и центробежная силы. Нагрузки от этих сил действуют на срез штифта и сжатие поверхности в наклонных пазах. Определим нагрузки, действующие на рабочую лопасть. Радиальная сила, действующая на лопасть, определяется как:

$$P = \rho \cdot g \cdot H \cdot b_2 \cdot D_2,$$

ρ — плотность топлива, кг/м³;
 g — ускорение свободного падения, м/с²;
 b_2 — ширина рабочего колеса вместе с диском, м;
 D_2 — внешний диаметр колеса, м;
 H — напор насоса, м;

$$\rho = 820 \text{ кг/м}^3;$$

$$b_2 = 0,005 \text{ м};$$

$$D_2 = 0,164 \text{ м};$$

$$H = 19,817 \text{ м};$$

$$P = 231 \text{ Н.}$$

Центробежная сила, действующая на лопасть, определяется, как:

$$P_w = m \cdot \omega^2 \cdot l$$

m — масса одной лопасти;
 ω — угловая скорость вращения рабочего колеса,
 l — расстояние от центра вращения до центра тяжести лопасти.

$$\omega = \pi \cdot \frac{n}{60}$$

$$m = 0,045 \text{ кг};$$

$$\omega = 131 \text{ с}^{-1};$$

$$L = 0,05 \text{ м};$$

$$P_{ц} = 46,24 \text{ Н.}$$

Определяем суммарную силу, которая действует на штифт.

Центробежная сила воспринимается двумя штифтами, а радиальная — одним длинным штифтом.

Исходя из этого, можно определить суммарную силу:

$$\sum P = \frac{P_u}{2} + P, \sum P = 254 \text{ Н.}$$

Из условия прочности штифта на срез:

$$\frac{4 \cdot \sum P}{\pi \cdot d} \leq [\tau],$$

находим диаметр штифта:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \sum P}{\pi \cdot [\tau]}}.$$

Выбираем для штифта материал Ст-3 $[\tau] = 100 \text{ МПа}$,

и получаем диаметр штифта, $d = 0,018$ м.

Из условия прочности на сжатие

$$\sigma_{см} = \frac{\sum P}{d \cdot \delta} \leq [\sigma_{см}],$$

определяем диаметр штифта

$$d \geq \frac{\sum P}{\delta \cdot [\sigma_{см}]}$$

$$[\sigma_{см}] = 280 \text{ МПа,}$$

$$d = 0,00023 \text{ м.}$$

Из условия обеспечения прочности на срез принимаем диаметр штифта $d_1 = 0,0035$ м. Коэффициент запаса прочности составляет:

$$k = \frac{d_1}{d}, k = 1,95.$$

Такой запас прочности обеспечивает необходимую прочность крепления лопасти при работе на нерасчетных режимах.

Заключение

Спроектированный стенд для техобслуживания топливной системы позволит наряду с сокращением сроков и улучшением качества технического обслуживания, повысить уровень культуры обслуживания.

В статье предлагается стенд, который повышает уровень обслуживания топливной системы и сокращает время технического обслуживания топливной системы самолета Ан-72-100.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Н. Н. Техническая эксплуатация летательных аппаратов. Под ред.: М.: Транспорт, 1990. 423 с.
2. Руководство по летной эксплуатации самолета Ан-72.
3. Регламент технического обслуживания самолета Ан-72.
4. Насос электроприводной центробежный ЭЦНГ-10 СТ6. Руководство по технической эксплуатации. М.: Внешторгиздат, 1991. 10с.

© Хоссейн Наджари (hosseinnadjar@gmail.com), Хуссейн Сафаа Мохаммед Ридха Хуссейн (safaa_m333@yahoo.com), Ханфар Адам (Khanfar.adam@gmail.com), Оссала Венсеслас Бель Амур (ossialav@gmail.com), Матвейчук Ирина Алексеевна (irina.vasileva.14@mail.ru). Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Самара

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТА «МЕКСИКАНСКАЯ ШЛЯПА»

DIGITAL SIGNAL PROCESSING WITH WAVELET «MEXICAN HAT»

A. Shchukin
A. Pavlov

Summary. When a radar system receives a signal from a long distance, it may be difficult to determine the number and angular location of the observed targets. The article presents a method of solving this problem using wavelet transform.

Keywords: wavelet transform, computer modeling, super-resolution, target search.

Щукин Андрей Алексеевич

ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»
56732168@mail.ru

Павлов Александр Евгеньевич

ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»
epifan.captain@mail.ru

Аннотация. При получении сигнала радарной системой с большого расстояния могут возникнуть затруднения в определении количества и углового расположения наблюдаемых целей. В статье представлен метод решения данной проблемы с помощью вейвлет-преобразования.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, компьютерное моделирование, сверхразрешение, поиск целей.

Введение

Задача обнаружения и наблюдения объектов была и остаётся актуальной по сегодняшний день. Одна из важнейших задач развития радиолокации — улучшение распознавания целей. Этого можно добиться двумя способами. Во-первых, установкой более мощных радиолокационных систем, что весьма дорогостояще и трудновыполнимо в условиях ограниченного пространства, например, на самолётах. И во-вторых, качество принимаемого сигнала можно улучшить с помощью математических методов, что позволяет значительно сэкономить на установке дополнительного оборудования.

Одной из основных проблем распознавания является тот факт, что по получаемому радарной системой сигналу бывает затруднительно определить количество и угловое расположение целей.

Данную проблему можно решить с помощью вейвлет-преобразования. Этот метод позволяет преодолеть критерий Рэлея, то есть даёт возможность получить угловое сверхразрешение (преодолеть классический дифракционный предел пространственного разрешения сфокусированного линзой изображения, составляющего величину менее половины длины волны излучения) [1, 2, 3].

Методы, используемые в исследовании. **Исходные цели, поиск которых будет проводиться в дальнейшем, представлены на рисунке 1. Цели задаются с помощью функции (1),**

$$IS(a) := \text{if}(|a| < 0.2, 100 \cdot \sin(19.5 \cdot a)^{80}, 0) \cdot e^{-3 \cdot a} \quad (1)$$

где a — угол в радианах [4]. На всех последующих рисунках и графиках по оси абсцисс указан угол в радианах, по оси ординат — амплитуда в децибелах.

Получаемый радаром сигнал, приведенный на рисунке 2, моделируется с помощью линейного интегрального уравнения Фредгольма (2), в качестве ядра используется функция (3) [4].

$$u(a) := \int_{-0.18}^{0.18} f(x, a) \cdot IS(x) dx \quad (2)$$

$$f(x, a) := \sum_{n=0}^{14} \exp[-i \cdot (2 \cdot \pi) \cdot 0.6 \cdot (n - 7) \cdot (\sin(x) - \sin(a))] \quad (3)$$

Данная задача решается путём параметризации — вместо неизвестных нам целей $IS(x)$ в формулу (2) подставляется некая система функций вида

$$\sum_{i=1}^n a_i \cdot f_i(x),$$

где a_i — неизвестные коэффициенты, $f_i(x)$ — функции, задаваемые пользователем. Далее решается система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) — подбираются такие коэффициенты a_i , чтобы полученная функция была максимально приближена к исходной функции (2).

Для поиска целей используется вейвлет «Мексиканская шляпа», представленный на рисунке 3.

Далее строится система из четырёх ступеней вейвлетов, представленная на рисунке 4. Первая ступень состоит из одной функции, вторая — из двух функций,

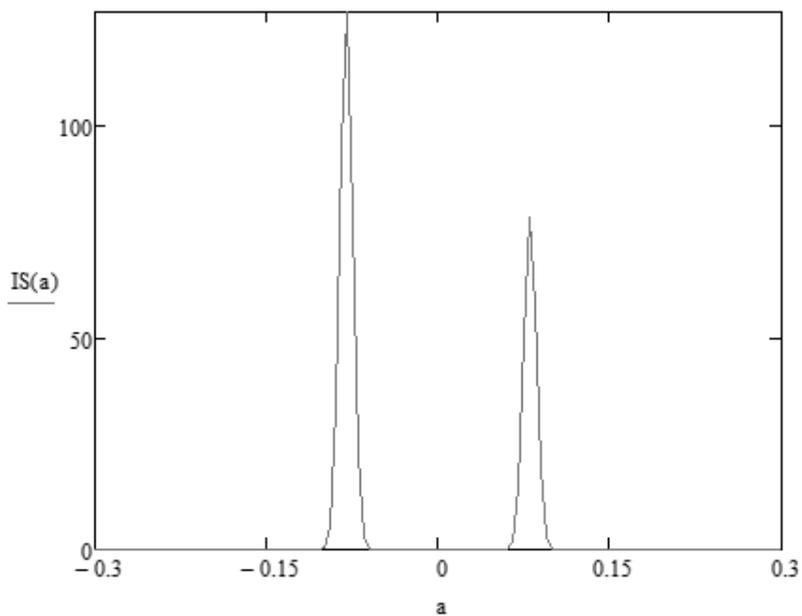


Рис. 1. Исходные цели

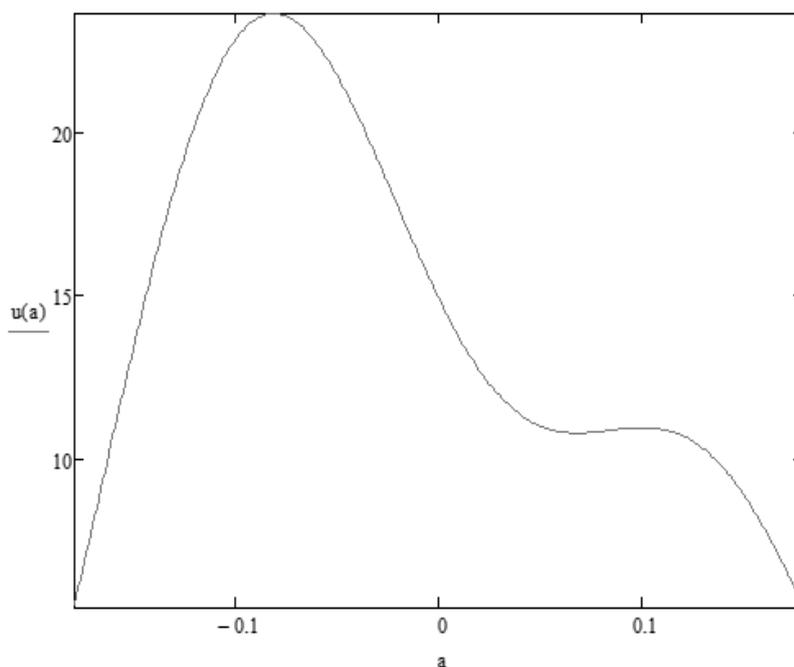


Рис. 2. Модель получаемого радаром сигнала

третья — из четырёх функций, четвертая — из восьми функций.

Решение, полученное с помощью двух, трёх, и четырёх ступеней функций, приведено на рисунке 5. Два острых пика показывают истинное расположение и амплитуду целей, функция ниже — найденное решение.

Цели определены верно, наилучший результат показала система из двух ступеней функций.

Посмотрим, как система будет справляться с различным количеством и расположением целей. Четыре исходные цели представлены на рисунке 6, модель получаемого радаром сигнала приведена на рисунке 7.

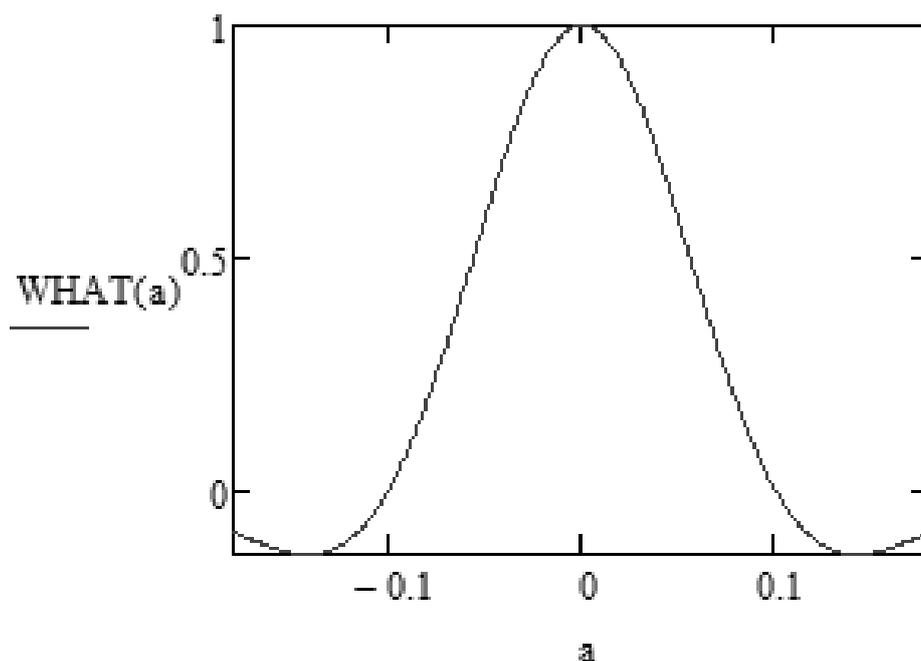


Рис. 3. Вейвлет «Мексиканская шляпа»

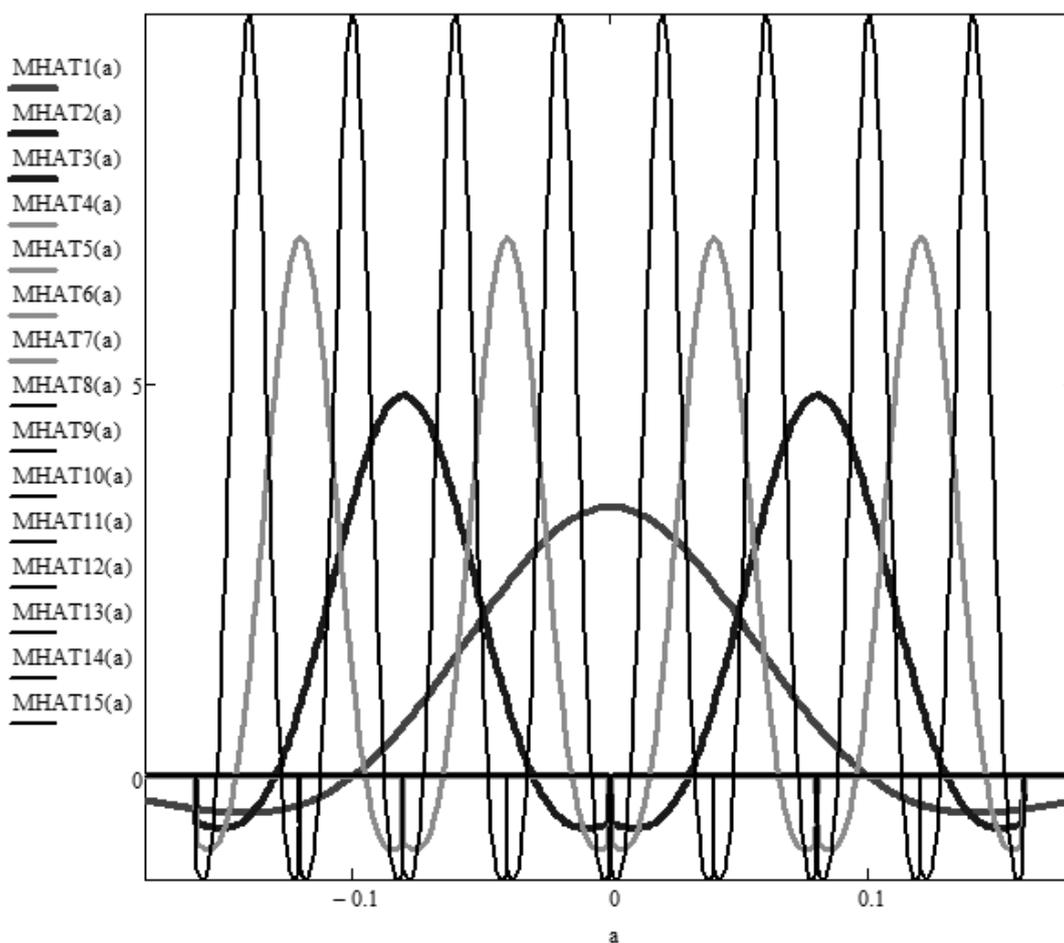


Рис. 4. Система из четырёх ступеней функций

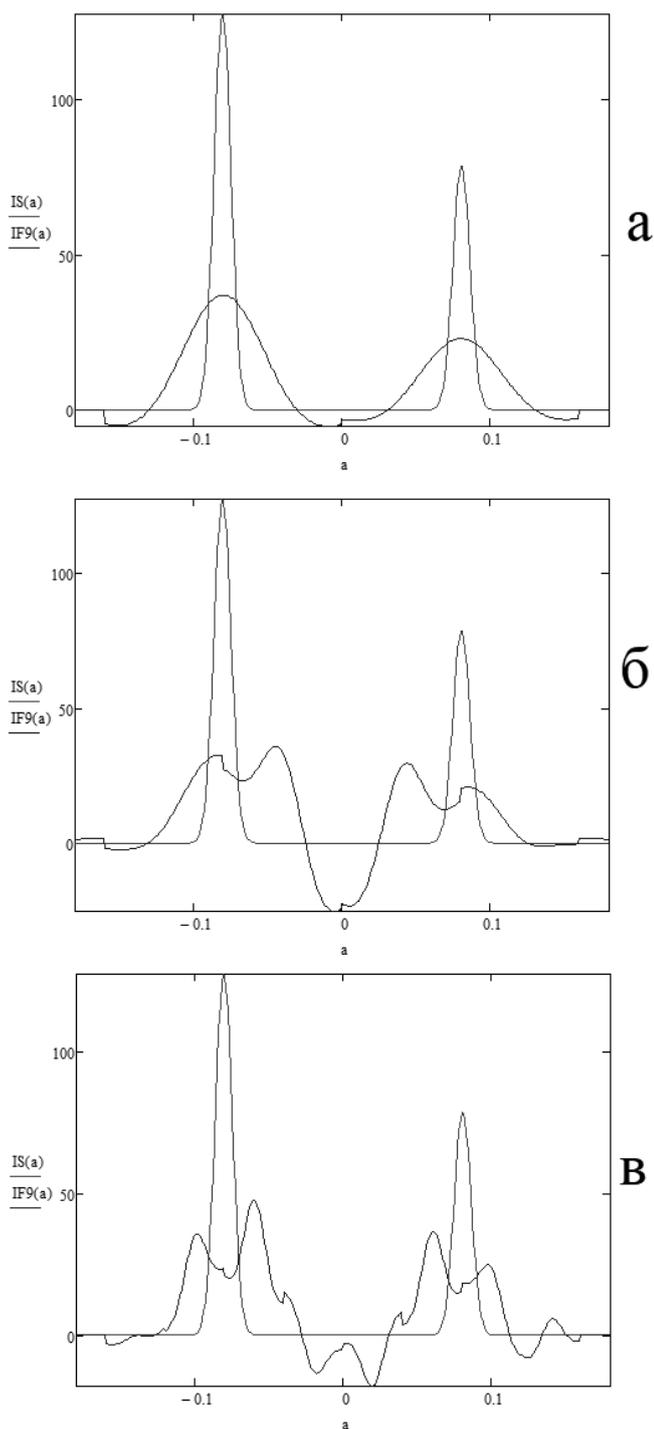


Рис. 5. Решение, полученное с помощью двух (а), трёх (б), и четырёх (в) ступеней функций

Поиск исходных целей проводится с помощью трёх и четырёх ступеней функций, результат представлен на рисунке 8. Две ступени функций не используются, так как исходных целей больше, чем заданных функций.

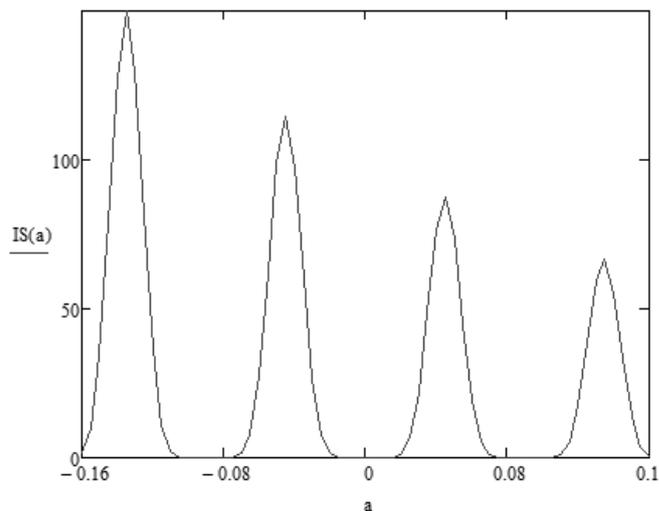


Рис. 6. Исходные цели

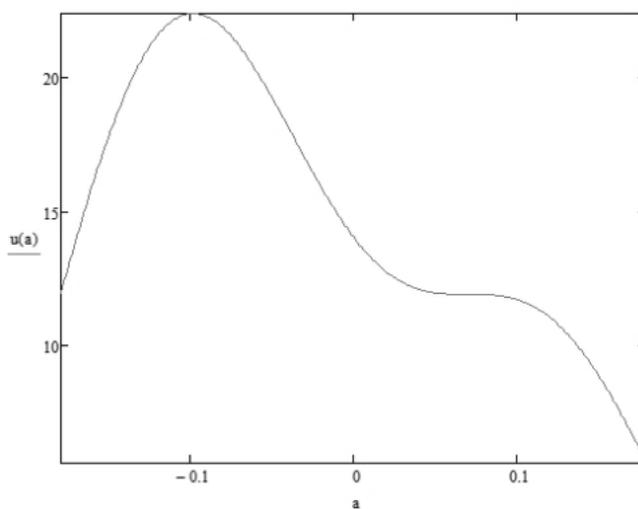


Рис. 7. Модель получаемого радаром сигнала

Все четыре цели найдены, далее задаются шесть целей, приведённых на рисунке 9, и строится модель получаемого радаром сигнала, представленная на рисунке 10.

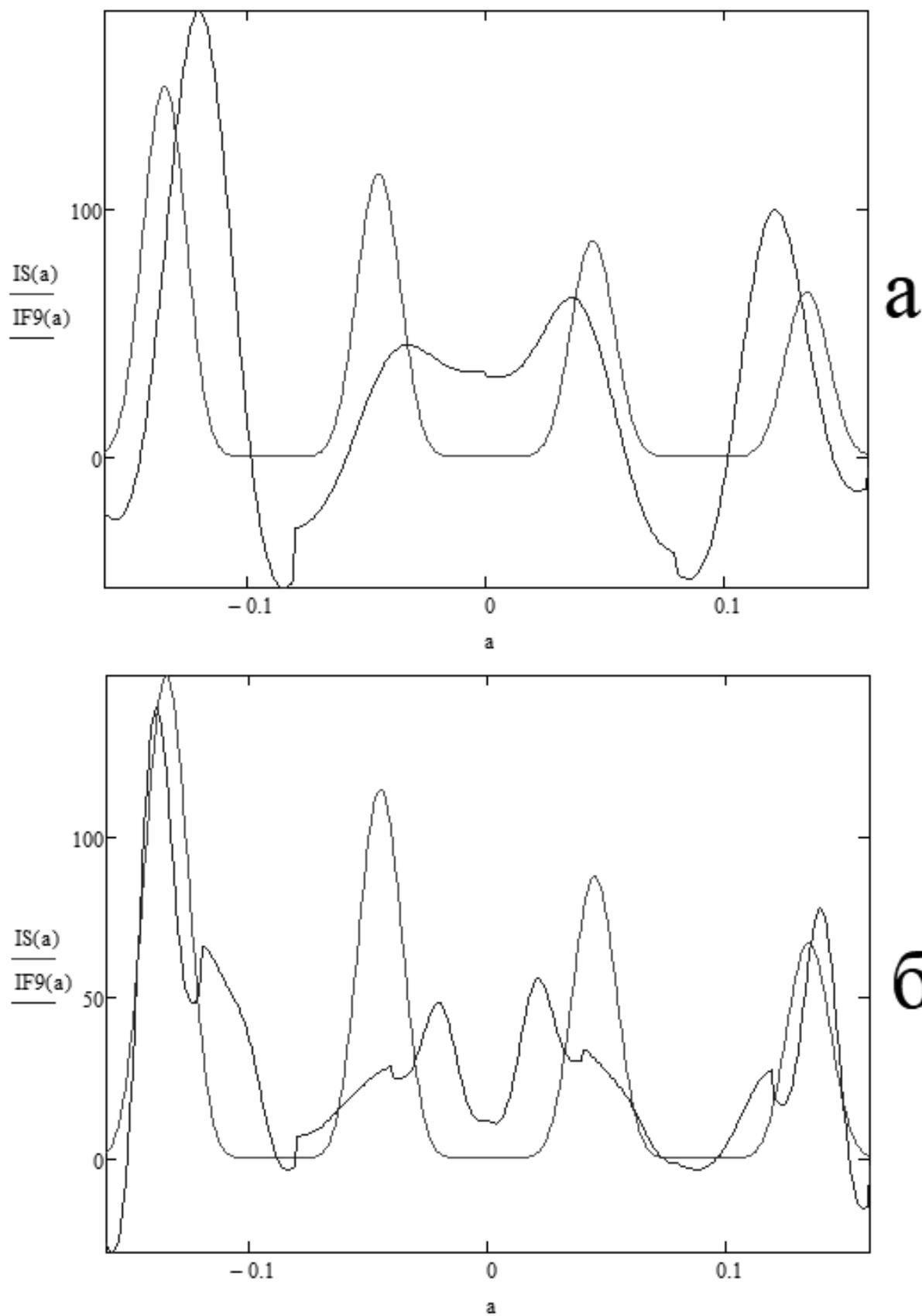


Рис. 8. Решение, полученное с помощью трёх (а), и четырёх (б) степеней функций

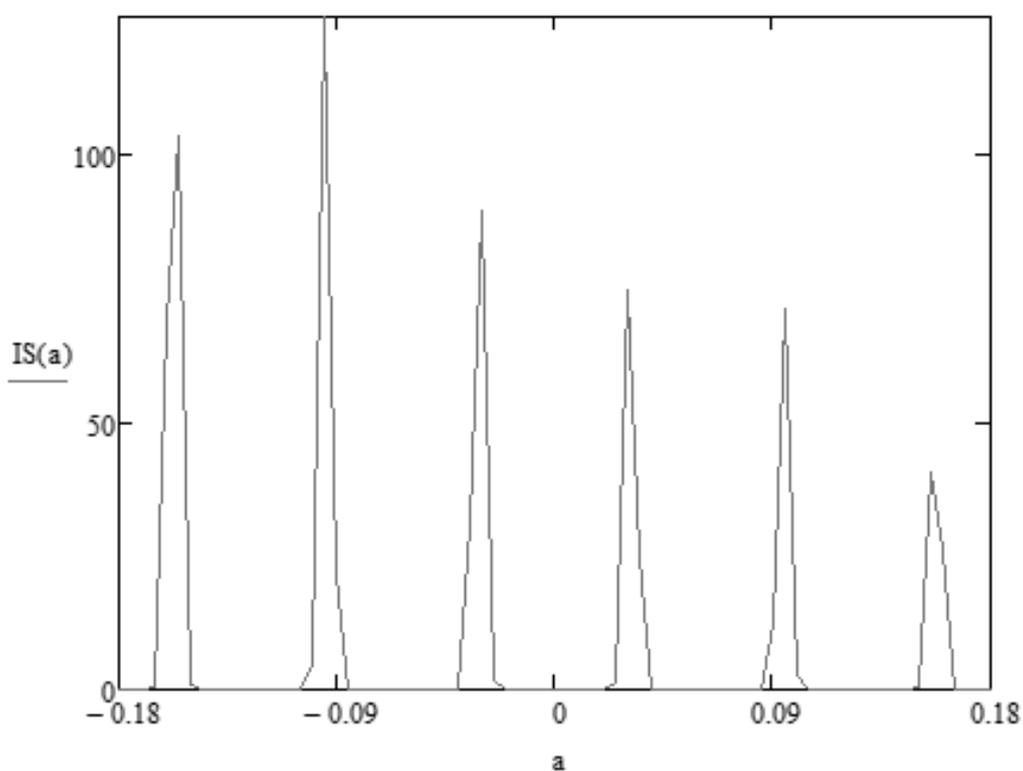


Рис. 9. Исходные цели

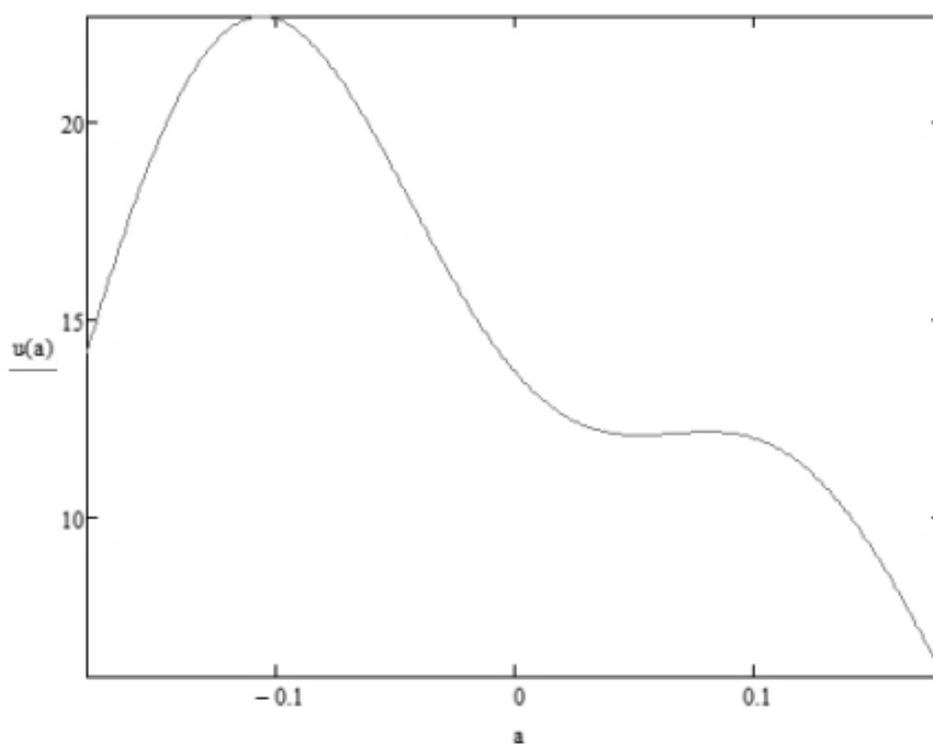


Рис. 10. Модель получаемого радаром сигнала

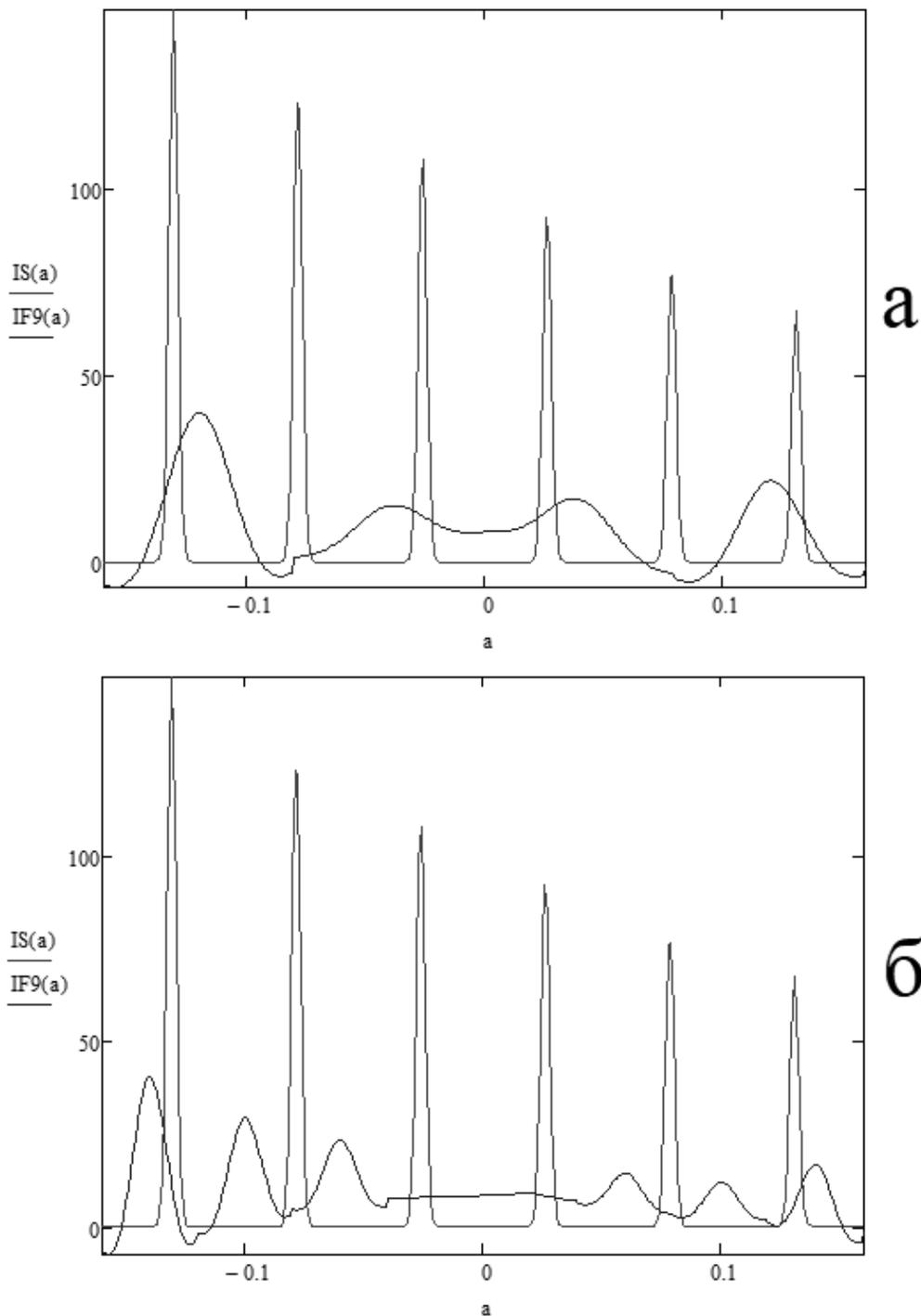


Рис. 11. Решение, полученное с помощью трёх (а), и четырёх (б) ступеней функций

Найдём исходные цели с помощью трёх и четырёх ступеней функций, полученное решение приведено на рисунке 11.

Точность обнаружения снизилась, однозначно найдена только первая и последняя цель.

Заключение

В ходе работы была смоделирована работа радарной системы, рассмотрены различные варианты обработки полученных данных.

Система функций на основе вейвлета «Мексиканская шляпа» позволяет разложить внешне малоразличимые сигналы (рис. 2 и рис. 7) на достоверное количество целей (две и четыре соответственно). С её помощью цели

найлены с приемлемой точностью, наилучшее решение показала система из трёх ступеней функций. Отсюда можно сделать вывод, что данная система пригодна для получения сверхразрешения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаговский Б. А., Самохин А. Б. — Устойчивость алгебраических методов восстановления изображений источников с повышенным угловым разрешением // Электромагнитные волны и электронные системы. — 2011, № 4, т. 16. С. 6–12.
2. Лаговский Б. А., Самохин А. Б., Самохина А. С. — Формирование изображений радиолокационных целей со сверхразрешением алгебраическими методами // Успехи современной радиоэлектроники. — 2014, № 8, — с. 23–27.
3. Лаговский Б. А., Чикина А. Г. — Решение обратных задач получения сверхразрешения на основе симметризации данных // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. Омск, 2015. 117 с.
4. Лаговский Б. А., Чердынцев В. В., Прикладное программное обеспечение, Москва, МИРЭА, 2010. 20 с.

© Щукин Андрей Алексеевич (56732168@mail.ru), Павлов Александр Евгеньевич (epifan.captain@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИРЭА — Российский технологический университет

НАПИСАНИЕ ЧАТ-БОТА ПОМОЩНИКА ПОСТУПАЮЩЕМУ В ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ

WRITING A CHAT BOT ASSISTANT FOR APPLICANTS TO UNIVERSITY

**O. Yudin
I. Yudin**

Summary. This paper proposes a solution to the problem of providing various information to applicants for admission to the university. To solve it, the author proposes a technology for developing a chat bot that functions through an instant messenger. Chat bot uses the search algorithm for synonyms and is able to answer various questions of the applicant related to admission to the university. A prototype of this chatbot for the Telegram message manager was demonstrated. The results of the comparison of the time spent when using a chat bot with the costs when searching for the necessary information on the website of the university, confirming the effectiveness of the use of the bot are given.

Keywords: chat bot, search by synonyms, natural language analysis, messenger, normalization.

Юдин Олег Александрович

Волгоградский Государственный Технический
Университет

Юдин Игорь Александрович

Волгоградский Государственный Технический
Университет
yudin_123@mail.ru

Аннотация. В данной работе предлагается решение проблемы предоставления различной информации абитуриентам при поступлении в ВУЗ. Для её решения автором предлагается технология разработки чат-бота, функционирующего через мессенджер. Чат-бот использует алгоритм поиска по синонимам и способен отвечать на различные вопросы абитуриента, связанные с поступлением в ВУЗ. В работе продемонстрирован прототип данного чат-бота для мессенджера Telegram. Приводятся результаты сравнения затрачиваемого времени при использовании чат-бота с затратами при поиске необходимой информации на сайте ВУЗа, подтверждающие эффективность использования бота.

Ключевые слова: чат-бот, поиск по синонимам, анализ естественного языка, мессенджер, нормализация.

В настоящее время рынок чат-ботов стремительно растёт. Почти у каждого крупного предприятия есть собственный «умный помощник» в используемых приложениях для мгновенного обмена сообщениями, здесь и далее именуемых мессенджерами [1]. Чат-боты предназначены для ответов на вопросы пользователей: клиентов, посетителей сайтов, партнеров и т.п. Мессенджерами для мобильных устройств пользуются почти 60% обладателей смартфонов в России, что составляет 50–60 млн. человек, по оценкам J'son & Partners Consulting. 10% пользователей мессенджеров признают, что регулярно общаются с ботами [1].

Боты привлекательны тем, что способны заменить людей при выполнении различных рутинных задач, тем самым экономя средства предприятия. Бота можно создать один раз и использовать бессрочно, периодически обновляя его базу данных. Потенциально он может заменить бизнес-ассистента или секретаря с зарплатой 50 тыс. руб. в месяц [1].

Современные учебные заведения стремятся повысить уровень качества образования и его интерактивность, а также поддерживать постоянный поток абитуриентов. Как следствие большинство ВУЗов имеет свои веб-сайты с информацией, необходимой студентам, абитуриентам и их родителям. Часто информация

на данных веб-сайтах не является актуальной, а сам сайт может иметь запутанную структуру и быть сложным для восприятия ввиду зачастую малых бюджетов на его поддержку и улучшение оформления. Это значительно повышает временные затраты и усложняет процесс поиска информации на сайте для принятия решений. Одним из возможных способов решения данной проблемы может быть создание чат-бота ВУЗа, функционирующего через один из мессенджеров. Используя чат-бот, пользователь может в короткие сроки получить необходимую ему информацию вместо того, чтобы искать ее на сайте [6].

На сегодняшний день в обработку естественного языка входит распознавание речи, классификация, экстракция знаний из текстов и другие действия, направленные на понимание текстов с целью наполнения баз знаний, формирования ответов на вопросы и ведения диалога. Первые подходы к глубокой обработке текстов обычно сводились к разбору языка с применением грамматик. Также это делалось путем перевода из дерева разбора в некоторое логическое представление знаний с помощью свода правил и специально заготовленного лексикона. После этого логическое представление можно было добавить в базу знаний и выполнять над ней разного рода операции, отвечать на вопросы, проверять утверждения и т.п. Однако при попытках практи-

ческого применения этого подхода возникали сложности, связанные в том числе с необходимостью учитывать общепринятые (то есть элементарные, базовые) знания о мире [4].

Первые чат-боты появились еще в 1990-е годы. Они использовались в IRC (Internet Relay Chat, протоколах прикладного уровня) для обмена сообщениями. Сейчас чат-боты распознают человеческую речь и способны поддержать диалог [1].

Боты бывают двух типов. Простые древовидные чат-боты выполняют только определенные команды. В отличие от старых разработок они могут получать информацию из сторонних ресурсов, самостоятельно искать ответы в сети Интернет. У таких чат-ботов может быть графический интерфейс. Древовидные чат-боты реагируют на нажатие кнопок на экране, предлагают списки для выбора вариантов, отображают товары [1]. Чат-боты второго, нового типа, «понимают» собеседника, постоянно обучаются и могут отвечать не по шаблону. В разработке таких чат-ботов используются специальные технологии, предназначенные для распознавания текста и голоса [1].

Рассмотрим несколько существующих чат-ботов российских ВУЗов, предоставляющих студентам интересующую их информацию. Одним из них является BFUBot — бот Балтийского Федерального Университета имени Иммануила Канта, функционирующий через мессенджер Telegram [2]. На текущий момент чат-бот может выполнить следующие функции:

- ◆ отправить имя пользователя и пароль для доступа к информационным системам университета, студенческой электронной почте;
- ◆ показать пароль беспроводной сети WiFi;
- ◆ получить предложения от студентов по развитию информационных систем и сервисов БФУ им. И. Канта (механизм адресной обратной связи);
- ◆ получить номер карты и номер ISIC;
- ◆ заказать справки студентами;
- ◆ подать заявки на обслуживание информационной инфраструктуры (механизм технической поддержки обучаемых);
- ◆ подписаться на рассылки и уведомления о деятельности университета (механизм подключения к уведомлениям о мероприятиях, спортивных событиях, новостях университета);
- ◆ получить статистику по прохождению занятий по физической культуре.

Чат-бот для идентификации обучаемого использует номер телефона, который был предоставлен в приемную комиссию при поступлении. Из его недостатков

можно выделить то, что он не предлагает помощи поступающим в него абитуриентам в вопросах, связанных с зачислением. Также чат-бот не реагирует на текстовые сообщения пользователя, общаясь с ним только посредством команд.

Далее был рассмотрен бот `printschedule_test_bot`, используемый в ОГУ имени И.С. Тургенева, также функционирующий через Telegram [3]. Данный чат-бот разрабатывался для предоставления обучающимся информации по их расписанию. Ответ чат-бота содержит следующую информацию:

- ◆ порядковый номер занятия;
- ◆ время занятия;
- ◆ название предмета;
- ◆ тип занятия;
- ◆ учебный корпус;
- ◆ номер аудитории;
- ◆ ФИО преподавателя.

Для предоставления данной информации чат-бот запрашивает от пользователя номер курса, номер группы и день недели, на который необходимо предоставить расписание.

Данный чат-бот как и бот Балтийского университета не предлагает помощи поступающим абитуриентам в вопросах, связанных с зачислением. Также чат-бот не реагирует на текстовые сообщения пользователя, общаясь с ним только посредством команд.

Таким образом, решение для помощи абитуриентам при зачислении отсутствует. Актуальной и востребованной задачей является разработка чат-бота, реализующего данный функционал, осуществляющего диалог с пользователем на естественном языке. В данной работе представлен чат бот, который решает следующие задачи:

- ◆ предоставление актуальной информации для абитуриентов с возможностью задания интересующих вопросов про поступление в ВолгГТУ;
- ◆ снижение временных затрат на поиск информации за счет ее предоставления пользователю вместо поиска на сайте вручную.

В чат-боте, предлагаемом к рассмотрению в данной работе, были использованы следующие алгоритмы:

- ◆ алгоритм обработки сообщения пользователя;
- ◆ алгоритм обработки вопросов из базы данных;
- ◆ алгоритм поиска наиболее подходящего ответа;
- ◆ алгоритм подготовки используемых документов;
- ◆ алгоритм работы с командами.

Для реализации алгоритма обработки сообщения пользователя были разработаны следующие функции:

- ◆ поиск и устранение ошибок в строке;
- ◆ приведение каждого слова к нормальной форме;
- ◆ удаление незначимых частей речи.

Функция поиска и устранения ошибок в строке получает на вход исходное сообщение пользователя и удаляет из него все слова и не кириллические символы. Затем осуществляется проверка каждого слова сообщения на наличие грамматических ошибок.

Для корректного поиска ответа необходимо учитывать, что слова в русском языке могут менять свою форму. Поэтому необходимо каждое слово привести к его нормальной форме [5]: для существительного — к единственному числу и именительному падежу, для глагола — к инфинитиву, для прилагательного — к единственному числу, именительному падежу.

На вход функции приведения каждого слова к нормальной форме передается сообщение пользователя. Она разбивает его на токены (отдельные слова), вызывает функцию приведения слова к нормальной форме и возвращает список слов в нормальной форме.

Для повышения точности поиска ответа необходимо избавиться от таких частей речи как союзы, предлоги, междометия, местоимения, частицы. Функция удаления не значимых частей речи получает на вход список слов, удаляет из списка все не значимые части речи и возвращает обработанный список.

Для корректного поиска по совпадающим словам необходимо также обработать вопросы из базы данных. Для реализации данного алгоритма была разработана функция приведения слов из вопросов базы данных к нормальной форме. Данная функция разбивает вопросы из базы данных на отдельные слова и вызывает функцию приведения слов к нормальной форме. На выходе формируется вложенный список слов.

Для реализации данного алгоритма были разработаны следующие функции:

- ◆ поиск синонимов слова;
- ◆ поиск синонимов слова из сообщения пользователя в вопросах из базы данных;
- ◆ поиск релевантного ответа.

Для повышения точности поиска релевантного ответа необходимо, чтобы учитывались синонимы каждого слова из сообщения пользователя. Функция поиска синонимов слова получает на вход слово, для которого необходимо найти синоним. Для данного слова из словаря синонимов ищутся все его синонимы, которые функция возвращает в виде списка.

Функция поиска синонимов слова из сообщения пользователя в вопросах из базы данных получает на вход слово из сообщения пользователя и обработанный вопрос из базы данных в виде списка нормализованных слов. Функция внутри себя вызывает функцию поиска синонимов для слова из сообщения пользователя, которая выдает список синонимов для переданного слова. Функция перебирает каждое слово из списка синонимов и определяет есть ли оно в обработанном списке пользователя. Если оно есть, то это слово возвращается и заносится в список общих слов для сообщения пользователя и вопросов из базы данных.

Функция поиска релевантного ответа получает на вход сообщение пользователя и последовательно вызывает функции устранения ошибок в строке, приведения каждого слова к нормальному виду, удаления не значимых частей речи. Далее функция вызывает функцию поиска синонимов слова из сообщения пользователя в вопросах из базы данных для каждого слова из обработанного сообщения пользователя. Формируется список найденных слов для каждого вопроса из базы данных. Определяем, для какого вопроса из базы данных было найдено больше всего общих слов, и считаем, что данный вопрос является наиболее похожим на заданный, выдаем ответ из базы данных, соответствующий данному вопросу. Если ни в одном вопросе из базы данных не было найдено общих слов с обработанным сообщением пользователя, функция возвратит строку, в которой будет написано, что ответ непонятен. Если подходят несколько вопросов из базы данных, то функция вернет список подходящих вопросов и соответствующие им команды.

Для реализации загрузки и обработки используемых документов была реализована функция загрузки словаря синонимов, а также функция загрузки и обработки таблицы вопросов и ответов.

Для реагирования на команды был реализован алгоритм работы с командами. При первом обращении к чат-боту можно только отправить команду start, начинающую диалог и выводящую приветственное сообщение. Таким образом общение с ботом начинается start-командой. При получении данной команды бот выдает приветственное сообщение. В приветственном сообщении бот сообщает, что для ознакомления со списком все доступных команд необходимо воспользоваться командой help. При вводе пользователем данной команды, бот выдает список всех доступных команд. При вводе пользователем любой другой доступной команды, бот выдает ответ из базы данных, соответствующий введенной команде.

Для реализации предлагаемого чат-бота был выбран мессенджер Telegram [3] — бесплатный кроссплатформенный

Таблица 1. Пример словаря синонимов

инспирация	Инспирирование, наущение, подстрекание, заводка, вдох, выдох, подстрекательство, подначка, внушение, подговор
инспирировавший	Подстрекнувший, внушивший, наущавший, внушавший, инициировавший, влиявший, вызвавший, подстрекавший, мутивший, волновавший, вызывавший
инспирировавшийся	Инициировавшийся, вызвавшийся, мутившийся, вызывавшийся, подстрекавшийся
инспирировал	вдохновлял
инспирировала	вдохновляла

Таблица 2. Пример базы данных вопросов и ответов

«Где посмотреть рейтинг абитуриента?»	«Рейтинг абитуриентов можно увидеть, перейдя по ссылке http://welcome.vstu.ru/acceptance/rejting-abiturientov/ »
«Телефон приемной комиссии»	«(8442) 23–22–92»
«Адрес университета»	«Россия, 400005, Волгоград, пр. им. Ленина, 28»
«Контакты приемной комиссии»	«Россия, 400005, Волгоград, пр. им. Ленина, 28, ауд. 211. Режим работы: Пн-Пт: 10:00–17:00 Перерыв: с 12.30–13.00»

Таблица 3. Пример команд и ответов

«Рейтинг университета?»	«66 место среди ВУЗов России»	/u_raiting
«Сколько ехать от общежития до университета по времени?»	«Время пути до университета приблизительно 15 минут»	/time
«Как получать стипендию?»	первый семестр стипендия выплачивается всем первокурсникам, после вы должны сдать сессию в основные сроки без единой тройки на экзаменах, и набрать средний балл не менее 76 с учетом экзаменов	/get_scholarship
«Какой рейтинг у университета?»	66 место среди ВУЗов России	/u_raiting

менный мессенджер для смартфонов и других устройств, позволяющий обмениваться текстовыми сообщениями и медиафайлами различных форматов.

TelegramBotAPI — библиотека, созданная для разработки ботов для Telegram. Предоставляет возможности создания ботов, отправки сообщений, создания декораторов, получения информации о сообщении пользователя [7]. Telegram предоставляет возможность для пользователей использования команд. Команда — это строка, начинающаяся с символа косой черты «/» и состоящая из символов латинского алфавита и цифр и подчеркиваний. Команда не может содержать больше 32 символов.

Сообщение пользователя не может содержать в себе больше 50 символов. На вход чат-бот принимает только текстовое сообщение или команду. В случае некорректно введенной информации или невозможности чат-ботом понять введенное, выдается сообщение об этом.

Для решения задачи нормализации была использована библиотека rutmorphy2. Для определения кор-

ректности слов в введенном пользователем сообщении используется библиотека ruaspeller. В случае если слово корректно, его оставляем без изменения, если некорректно, то находим наиболее вероятную правильную форму слова и заменяем им начальное слово.

Словарь синонимов хранится на сервере в формате TXT. Первое слово каждой строки выступает в роли ключа, все остальные слова, включая первое, являются значениями для ключа. Пример словаря синонимов показан в таблице 1.

База данных вопросов и ответов хранится на сервере в формате CSV. Для загрузки базы данных используется функция read_csv библиотеки pandas. Пример базы данных вопросов и ответов показан в таблице 2. Пример команд и ответов на них показан в таблице 3.

Разработанный чат-бот был интегрирован в мессенджер Telegram. Для начала работы с чат-ботом необходимо в поиске Telegram набрать имя бота — VolBot. При вводе команды start появляется приветственное сообщение с пояснением работы чат-бота. В сообщении так-

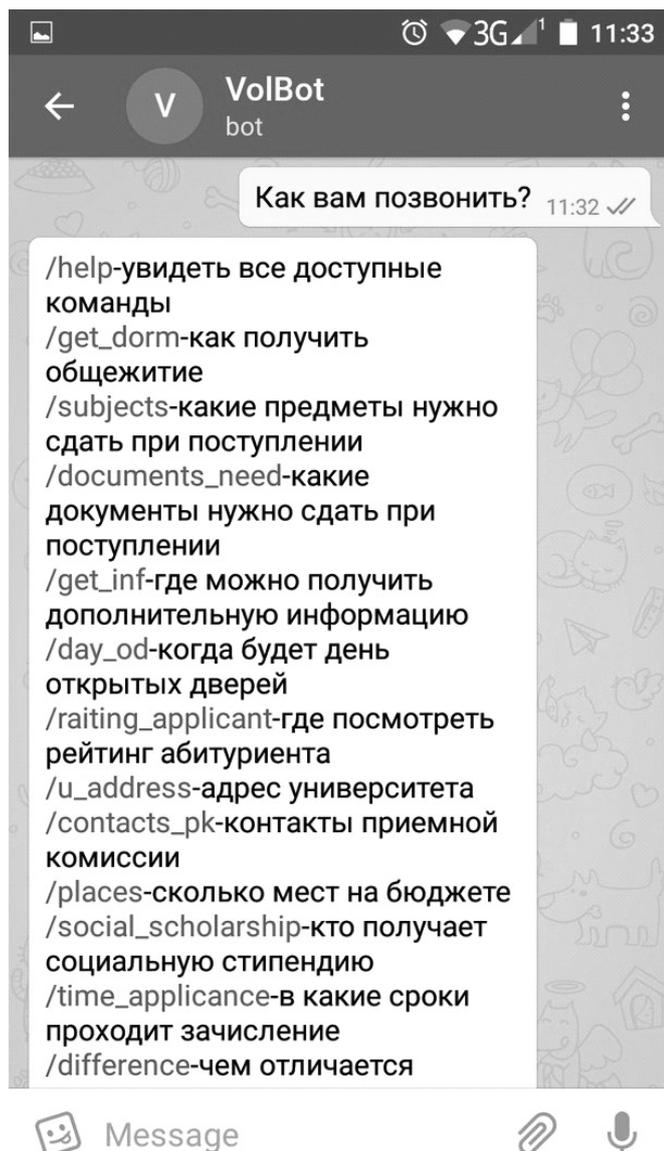


Рис. 1. Ответ чат-бота вопрос пользователя «Как вам позвонить?» (экран 1)

же показывается команда help, которая при вводе должна выводить список всех доступных команд.

При вводе вопроса или известной команды бот выдает ответ на вопрос, а также список всех доступных пользователю команд, чтобы упростить поиск необходимой информации. К примеру, при вводе вопроса «Как вам позвонить?» бот должен вывести номер приемной комиссии, а также список команд, которые могут заинтересовать пользователя. На рисунках 1 и 2 представлен ответ чат-бота на вопрос пользователя «Как вам позвонить?».

На рисунках 1 и 2 видно, что при вводе пользователем сообщения «Как вам позвонить?» бот выдает номер

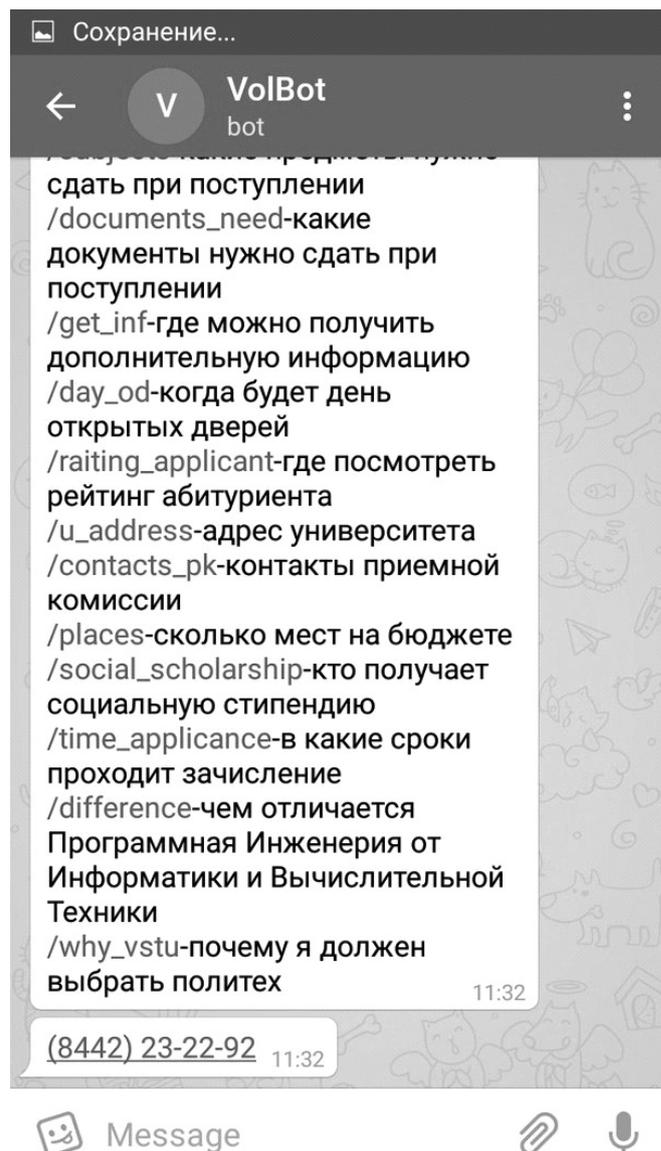


Рис. 2. Ответ чат-бота на вопрос пользователя «Как вам позвонить?» (экран 2)

телефона приемной комиссии, а также список команд, которые могут быть интересны пользователю. При этом важно заметить, что в базе данных не содержится вопрос сформулированный именно так, поиск в этом случае осуществляется по синонимам.

Разработанный чат-бот для Telegram направлен на помощь абитуриентам в поиске необходимой информации при поступлении в ВолгГТУ. Бот способен как отвечать на вопрос пользователя, сформулированный на естественном языке, так и работать с командами. Для проверки изменения затрат времени на поиск необходимой информации был проведен ряд тестирований. Группа из 10 студентов получила задание найти ответы

на сформулированные вопросы о поступлении в ВолгГТУ сначала на сайте ВУЗа, а затем работая с чат-ботом. В результате работа с чат-ботом сократила затраты времени в среднем на 30%.

Таким образом в данной работе была рассмотрена проблема поиска необходимой абитуриенту информации с помощью чат-бота, предложен алгоритм

чат-бота, реализующего поиск релевантного ответа по синонимам, разработан прототип чат-бота, функционирующего через Telegram и способного отвечать на вопросы, возникающие при поступлении в ВолгГТУ и проведено тестирование, подтверждающее, что работа с чат-ботом является более быстрым способом поиска необходимой абитуриентам информации чем поиск на сайте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайсина И. Бум ботов: как роботы вытесняют живых сотрудников // РБК. 2016. URL: https://www.rbc.ru/own_business/11/10/2016/57f4d4b09a79470fc8973 (дата обращения 22.03.2019)
2. БФУ им. И. Канта теперь в Telegram // Официальный сайт Балтийского Федерального Университета имени Иммануила Канта. 2016. URL: <https://www.kantiana.ru/news/142/199690/> (дата обращения 22.03.2019).
3. Козлов А. А., Батищев А. В. Телеграм-бот как простой и удобный способ получения информации // Территория науки. 2017. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/telegram-bot-kak-prostoy-i-udobnyy-sposob-polucheniya-informatsii> (дата обращения: 10.03.2019).
4. Велихов П. Машинное обучение для понимания естественного языка // Открытые системы. 2016. URL: <https://www.osp.ru/os/2016/01/13048649/> (дата обращения 29.03.2019).
5. Козиев И. Нормализация и лемматизация текста с использованием тезауруса // Инструменты для NLP разработчика: лексика, морфология, синтаксис русского языка. 2019. URL: http://www.solarix.ru/for_developers/docs/text-normalization.shtml (дата обращения 25.03.2019).
6. Чат-бот или веб-сайт: пять основных преимуществ // Medium. URL: <https://medium.com/@hotbot/чат-бот-или-веб-сайт-пять-основных-преимуществ-1e61ea1e7123/> (дата обращения 23.03.2019).
7. Работа с библиотекой PyTelegramBotAPI // Groosha. URL: https://groosha.gitbooks.io/telegram-bot-lessons/content/pytelegrambotapi_basics.html (дата обращения 25.03.2019).

© Юдин Олег Александрович, Юдин Игорь Александрович (yudin_123@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Мамаев курган, г. Волгоград

СПОСОБ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ ПРИ ЙОДОДЕФИЦИТНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

Атаев Алевдин Рашитханович

Д.м.н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)
drataev57@mail.ru

Магомедов Шамиль Магомедович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
shamil-doc76@yandex.ru

Атаев Эльдар Алевдинович

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Российский
национальный исследовательский медицинский
университет им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (Москва)
elddar833@yandex.ru

Каллаев Нажмудин Омаркадиевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
nazhmudin_K@mail.ru

METHOD OF TREATMENT OF FRACTURES LONG TUBULAR BONES IN IODINE DEFICIENCY DISEASE

**A. Ataev
Sh. Magomedov
E. Ataev
N. Kallaev**

Summary. As a result executed experimental study is graphically shown that using preparation containing hormones of the thyroid gland, chondroitin sulfate and ATP render the stimulating influence upon processes regeneration long tubular bones at to deficiency the iodine disease. Herewith exists increase the relative share mature bone fabrics. The Most effect of the treatment with using the said preparation exists to be at regenerations bone fabrics on secondary type to say through enchondral stage osteogenesis

Keywords: delayed union, to deficiency the iodine disease, of treatment long tubular bones, to slowing-down the grow together bones.

Аннотация. В результате выполненного экспериментального исследования наглядно показано, что применение препаратов содержащих гормоны щитовидной железы, хондроитинсульфат и АТФ оказывают стимулирующее влияние на процессы остеорепарации длинных трубчатых костей на фоне йододефицитных заболеваниях. При этом наблюдается увеличение относительной доли зрелой костной ткани. Наибольший эффект лечения с применением вышеуказанных препаратов имеет место при регенерации костной ткани по вторичному типу, то есть через энхондральную стадию костеобразования.

Ключевые слова: нарушение остеогенеза, йододефицитные заболевания, лечение переломов длинных трубчатых костей, замедленное сращение костей.

Введение

Проблема лечения переломов длинных трубчатых костей на фоне йододифецитных заболеваний актуальна в настоящее время, в связи с высокой частотой сочетания данной патологии в эндемичных по зубу щитовидной железы регионах (4,6).

В основе положительного исхода лечения переломов костей лежит точное сопоставление фрагментов сломанной кости и неподвижная фиксация отломков до наступления прочного сращения. Несмотря на пластические свойства и регенеративную способность тканей, в области повреждения кости, в литературе имеются сообщения о замедленной консолидации переломов,

Таблица 1. Распределение животных по методам лечения

Методы лечения	Число животных	
	Абсолютное число	%
1. Контрольная группа	15	33.3%
2. I — группа животных	15	33.3%
3. II — группа животных	15	33.3%
итого	45	100%

несращение их и образование ложных суставов. По данным ряда авторов такие осложнения встречаются от 7,8 до 33,1% (1,2,7,9).

Регенерация костной ткани при повреждениях осуществляется сложным комплексом факторов, включающий механические условия для формирования полноценного регенерата, сосудистые реакции, влияние нейроэндокринной системы, и воздействие метаболических и ростовых факторов (3,8).

Отражением происходящих процессов в условиях ослабленного организма является замедление процессов регенерации костной ткани, после его травматического повреждения, усугубляющегося йододефицитными заболеваниями в эндемических по зубу щитовидной железы районах нашей страны. В связи с этим и возникает необходимость в стимуляции этих процессов извне (5,7).

К сожалению, по данной проблеме в литературных источниках имеются ограниченное число работ и противоречивые мнения о сроках формирования регенерата при этой патологии. Отдельные сведения, не дают полного представления о том, как влияют гормоны щитовидной железы на сроки заживления переломов костей и тем более на то, какие лечебные мероприятия необходимо проводить у данной категории больных с целью создания благоприятных условий для консолидации переломов длинных трубчатых костей, и предупреждения возможных осложнений.

Цель исследования — экспериментальная оценка влияния медикаментозной стимуляции на процессы остеогенеза длинных трубчатых костей при йододефицитных заболеваниях.

Материал и методы

В эксперименте изучены возможности коррекции йододефицитных заболеваний в лечении переломов длинных костей.

Экспериментальные исследования проводились на 45 кроликах «шиншилла». По методам лечения они были разделены на 3 группы. Распределение животных по методам лечения представлены в таблице № 1.

Предварительно всех животных вводили в состояние гипотиреоза путём дачи пер орально в виде порошка (предварительно растолчённых таблеток) мерказолила 0,0025г x 1 раз в день за 2 недели до операции и в течение месяца после операции. 1 группа (контрольная) без коррекции L- тироксином 2 группа (основная) с коррекцией L — тироксином по 10 мг x 1 раз в сутки сразу после операции и в течение последующего месяца. Гормональный статус животных исследовали до эксперимента, во время эксперимента и перед выводом из эксперимента. Нормой считалось — Т4—22,2 нм\л; ТТГ — 0,25 нм\л. В контрольной группе средняя величина показателя гормона Т4 была — 10,2 нм\л; ТТГ — 0,29 нм\л. В основной группе Т4—56 нм\л, ТТГ — 0,21 нм\л.

Было выполнено 2 серии опытов. В опытах использовали кроликов породы шиншилла, массой 2500–3000 г. Все манипуляции проводились в соответствии с «Правилами гуманного обращения с лабораторными животными». Операции на кроликах проводили под внутривенным наркозом. Эвтаназия осуществлялась путём передозировки раствором теопентала натрия.

Техника операции: В операционной в асептических условиях, после обработки операционного поля, под внутривенным наркозом обнажали бедренную кость конечности животного. По стандартному трафарету делали поперечную остеотомию и остеосинтез интродюлярный ретроградный спицей Киршнера. Рану послойно ушивали и обрабатывали 2% раствором йода. Животным основной группы с 1го дня мы делали комплексную терапию по предложенной нами методике. Животные контрольной группы комплекс коррекционной терапии не получали.

Ежедневно выполняли осмотр, перевязку животных, при которых наблюдали за изменениями отёка конечности, наличием или отсутствием признаков воспаления, отделяемого из ран, динамикой заживления раны, а так же оценивали общее состояние животных, аппетит, производили термометрию. На 6,11,16,21 сутки животных выводили из эксперимента. Вычленили оперированную конечность и выполняли рентгенологическую, морфологическое и морфометрическое исследование. Рентгенографию выполняли на аппарате АМИКО График-Ц в установленном режиме. Снимки делали в пря-



Рис. 1. Типичная рентгенограмма бедренной кости кролика 1 группы через 45 суток после остеотомии и лечения по схеме.

мой и боковой проекциях, далее оценивали в стандартном негатоскопе.

Морфологическое исследование. Перед взятием материала осматривали рану, оценивали степень заживления, наличие воспаления, отделяемого в области раны. Для гистологического исследования забирали фрагменты кости (зону перелома). Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, костные фрагменты декальцинировали в смеси органических кислот — трилонов. После традиционной проверки и заливки в парафин изготовили серийные срезы толщиной 8 мкм. Препараты окрашивали гематоксилином эозином по Ван Гизону. Для выявления кислых мукополисахаридов использовали гистохимическую окраску препаратов альциановым синим. Микроскопические исследования проводили с помощью светового микроскопа Биолам М1 с увеличением в 5, 28, 70, 140 и 280раз. Оценивали состояние регенератов костной ткани в области перелома.

Для оценки динамики репаративной регенерации использовали следующие показатели: наличие линии перелома, размер и плотность тени мозоли, наличие признаков остеопороза и ремоделирования мозоли.

Результаты и обсуждение

В послеоперационном периоде отдельные группы животных содержались в индивидуальных клетках. Клиническое наблюдение за животными показало, что в течение первых четырёх суток животные были адинамичны, плохо поедали корм, щадили конечность, определялся отёк мягких тканей в области послеоперационной раны. На 8–9 сутки кожная рана заживала и швы

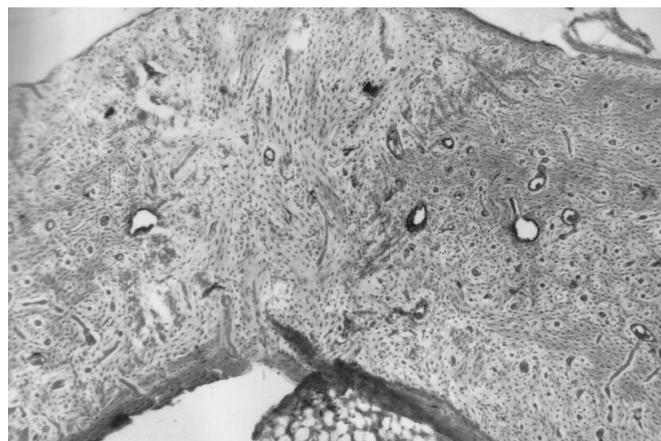


Рис. 2. Активный очаговый остеогенез в межотломковом пространстве. Окраска гематоксилин и эозином. Увеличение x 56.

удалялись. Без дополнительной иммобилизации функция конечности постепенно восстанавливалась.

У животных первой группы рентгенологически на 45 сутки эксперимента в области остеотомии определяли активное формирование костных структур, ранняя перестройка костной мозоли, восстановление целостности кортикальной пластинки и частичное восстановление костномозгового канала. Линия остеотомии прослеживается в одном случае (рис. 1).

Морфологически на 45 сутки эксперимента края костных отломков были соединены между собою массивной костной мозолью, имеющей на большом протяжении вид компактной массы. В толще костного вещества мозоли выявлялись мелкие округлые или щелевидные полости, выстланные узким слоем остеонной ткани. В костной ткани вблизи мозоли определялись единичные мелкие округлые полости, заполненные волокнистой соединительной тканью, гаверсовы каналы не расширены. Костные пластинки формируют остеоны с остеоцитами в полостях по ходу пластин. Костное вещество в глублежащих отделах сохраняло обычную структуру (рис. 2).

Во второй группе животных рентгенологически на 45 сутки эксперимента отчётливо прослеживалась линия остеотомии. Со стороны периоста отломки соединяла новообразованная ткань фиброзной плотности. В 7 случаях отмечалось неполное восстановление целостности кортикальной пластинки. В остальных трёх случаях определялась тенденция к образованию ложного сустава (рис. 3).

Морфологически промежуток между костными отломками, во второй группе, замещён молодыми костными



Рис. 3. Типичная рентгенограмма бедренной кости кролика 2 группы через 45 суток после остеотомии без медикаментозной стимуляции остеогенеза.



Рис. 5. Типичная рентгенограмма бедренной кости кролика 3 группы через 45 суток после остеотомии. Контрольная группа.

балками, в промежутках между которыми располагалась грануляционная ткань. Разрастания ветвящихся остеоидно-костных балок видны были так же вблизи дефекта в периосте и эндоосте. Костный мозг ограничен от участка повреждения тяжами волокнистой ткани. Между волокнами располагались разрозненные мелкие костные осколки, к поверхности которых прилежали остеобласты с гиперхромными ядрами. Края костных отломков были выражены отчётливо, непосредственно к их поверхности

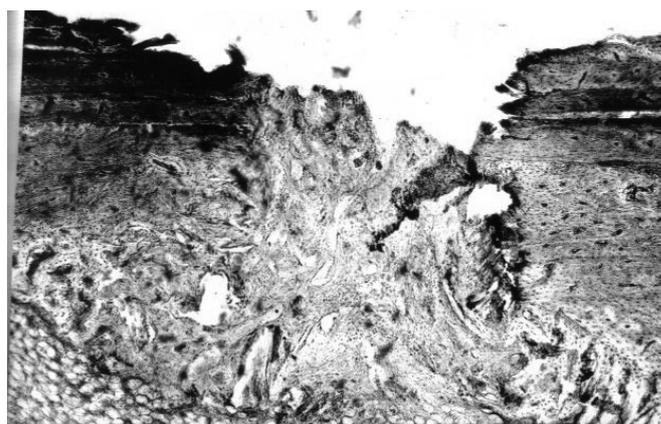


Рис. 4. В межотломковой щели прослеживается разрастание соединительной ткани с участками хондроидного строения, отложением кальция, новообразованием преимущественно незрелых костных балок. Окраска гематоксилин и эозином. Увеличение x 56.

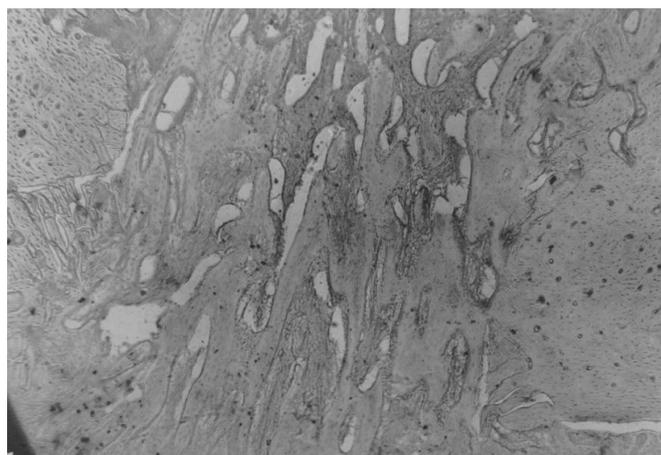


Рис. 6. Новообразование остеоида и частично минерализованных костных трабекул в межотломковой щели. Окраска гематоксилин и эозином. Увеличение x 56.

прилежали разрастания волокнистой ткани, гаверсовы каналы в краях отломков с расширенными просветами.

В костных полостях обнаруживались остециты. Костное вещество в глублежащих отделах бледнобазофильное, рисунок костных пластин отчётливый. В костных полостях залегали гипохромные остециты. В различных отделах в толще кости видны мелкие овальные полости, заполненные нежнвоволокнистой соединительной тканью (рис. 4).

В контрольной группе на 45 сутки эксперимента во всех случаях отчётливо рентгенологически прослеживается линия остеотомии с выраженной периостальной фиброзной мозолью (рис. 5).

Морфологически на 45 сутки наблюдения дефект между костными отломками полностью замещен широкопетливой сетью крупных костных балок, местами сливающихся в компактную кость. Вблизи дефекта со стороны периоста и эндооста обнаружены поля из костных балок. Просветы гаверсовых каналов вблизи дефекта расширены. Ход костных пластинок в этих участках неотчётливый, рисунок остеонов не выявлен. Костное вещество в глущающих отделах окрашено равномерно и базофильно.

Костные пластины вокруг гаверсовых каналов формируют остеоон. По ходу пластин в костных полостях выявлялись остециты с гиперхромными ядрами (рис. 6).

Выводы

1. Результаты исследования свидетельствуют о том, что при йододефицитных заболеваниях отмечается замедление сроков заживления переломов костей. Комбинация таких препаратов как гормон щитовидной железы, хондроитинсульфат и АТФ оказывает стимулирующее влияние на процессы остеорепарации при йододефицитных состояниях.
2. Гистоморфологические исследования свидетельствуют о том, что при стимуляции остеорепарации гормоном щитовидной железы, препаратами содержащим хондроитинсульфат и АТФ при йододефицитных заболеваниях наблюдается увеличение доли зрелой костной ткани и благоприятное течение раневого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апагуни, А. Э. Особенности диафизарных переломов бедра и их лечение / А. Э. Апагуни // Травматология и ортопедия России. — 2004. — № 3. — С. 4–47.
2. Апагуни, А. Э. Ошибки и осложнения оперативного лечения диафизарных переломов бедренной кости / А. Э. Апагуни // Травматология и ортопедия России. — 2005. — № 1. — С. 38–39.
3. Бердюгина, О. В. Иммунологические критерии прогнозирования замедленной консолидации костной ткани / О. В. Бердюгина, К. А. Бердюгин // Травматология и ортопедия России. — 2009. — № 2. — С. 59–66.
4. Давыдов, В. В. Эндокринная система / В. В. Давыдов, Н. С. Немченко, О. С. Насонкин // Травматическая болезнь: под ред. И. И. Дерябина, О. С. Насонкина. — Л.: Медицина, 1987. — С. 150–151.
5. Омеляненко, Н. П. Современные возможности оптимизации репаративной регенерации костной ткани / Н. П. Омеляненко, С. П. Миронов, Ю. И. Денисов-Никольский // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. — 2002. — № 4. — С. 85–88.
6. Пилипенко Г. И. Изменение активности щитовидной железы в раннем периоде травматического шока / Г. И. Пилипенко // Актуальные вопросы военной травматологии: ЦИТО им. Н. Н. Приорова. — 1980. — № 9. — С. 49–53.
7. Ткаченко С. С. Электростимуляция остеорепарации при лечении замедленного сращения и ложных суставов костей / С. С. Ткаченко, В. В. Руцкий // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1982. — № 1. — С. 4–8.
8. Lorenzo, J. A. Interactions between immune and bone cells: new insights with many remaining questions / J. A. Lorenzo // J. Clin. Invest — 2000. — Vol. 106. — P. 749–752.
9. Partanen, J. Characteristics of lifetime factors, bone metabolism, and bone mineral density in patients with hip fracture / J. Partanen, J. Heikkinen, T. Jamsa, P. Jalovaara // J. Bone Mineral Metab. — 2002. — Vol. 20, № 6 — P. 367–375.

© Атаев Алевдин Рашитханович (drataev57@mail.ru), Магомедов Шамиль Магомедович (shamil-doc76@yandex.ru),

Атаев Эльдар Алевдинович (elddar833@yandex.ru), Каллаев Нажмудин Омаркадиевич (nashmudin_K@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РОЛЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ ТРОМБОФИЛИИ В РАЗВИТИИ ОСЛОЖНЕНИЙ БЕРЕМЕННОСТИ И РОДОВ У ЖЕНЩИН РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

THE ROLE OF POLYMORPHISMS OF THROMBOPHILIA GENES IN THE COMPLICATIONS DEVELOPMENT OF PREGNANCY AND CHILDBIRTH OF WOMEN IN THE REPUBLIC OF BURYATIA

**T. Gubar
L. Alekseeva
V. Sturov**

Summary. The analysis of the survey results from 96 women in the Republic of Buryatia (including 20 women of the Buryat nationality, living in a remote area, 26 women of the Buryat nationality, residing in the city, 50 women of Russian ethnic group) there were no reliably significant differences in the development of pregnancy complications and birth outcomes, although the frequency of occurrence of abnormal genotypes predisposing to the development of more thrombophilia in a European population.

Keywords: thrombophilia, genetic defects, complications of pregnancy, parity homocysteine.

Губарь Татьяна Константиновна

Аспирант, Бурятский государственный
университет, г. Улан-Удэ, Россия
gtk71@mail.ru

Алексева Лилия Лазаревна

Д.м.н., доцент, Бурятский государственный
университет, г. Улан-Удэ, Россия
l.alekseeva09@mail.ru

Стуров Виктор Геннадьевич

Д.м.н., профессор, ФАГОУ «Новосибирский
национальный исследовательский государственный
университет» Минобрнауки РФ

Аннотация. При проведении анализа результатов обследования у 96 жительниц республики Бурятия (из них 20 женщин бурятской национальности, проживающих в отдаленном районе, 26 женщин бурятской национальности, проживающих в городе, 50 женщин русской этнической группы), не было выявлено достоверно значимых различий в развитии осложнений беременности и исходов родов, хотя частота встречаемости патологических генотипов, предрасполагающих к развитию тромбофилии больше в европейской популяции.

Ключевые слова: тромбофилия, генные дефекты, осложнения беременности, паритет, гомоцистеин.

Под тромбофилией понимают наследственные или приобретенные аномалии в системе гемостаза, предполагающих к развитию тромбоза [2].

Женщины с приобретенной и наследственной тромбофилией находятся в группе повышенного риска по развитию тромботических и гестационных осложнений: синдром потери плода, тяжелой преэклампсии, отслойки хориона, тромбоза во время беременности и в послеродовом периоде. Кроме того, различного рода тромбоемболические осложнения остаются одной из ведущих причин материнской смертности в большинстве экономически развитых стран Европы и Азии [4, 1].

При тромбофилиях создаются условия для нарушения процессов имплантации, плацентации, роста плода, развивается системная эндотелиальная дисфункция, активизируется противовоспалительный ответ и форми-

руется прокоагуляционный потенциал свертывающей системы крови [2].

По данным авторов наличие тромботических дефектов увеличивает риск развития осложнений при беременности в 3–8 раз [6,7].

В тоже время, сведения о распространенности и клинической значимости полиморфизмов и мутаций генов тромбофилии не всегда однозначны. Это обусловлено и различиями в общепопуляционной частоте полиморфизмов в генах тромбофилии в географических районах и синергизмом врожденных и приобретенных дефектов гемостаза [6].

Цель исследования: Установить наличие или отсутствие различий по частоте встречаемости генных дефектов в системе гемостаза и их взаимосвязь с возник-

Таблица 1. Паритет обследованных пациенток (n=96)

Число беременностей у женщин	(n=20)		(n=26)		(n=50)	
	Абс. знач., N	%	знач., N	%	Абс. знач., N	%
1	5	25%	9	34,6%	19	38%
2	1	5%	4	15,4%	10	20%
3	3	15%	3	11,5%	12	24%
4	4	20%	5	19,2%	5	10%
5	2	10%	3	11,5%	3	6%
6	1	5%	2	7,7%	1	2%
7 и более	4	20%	-	-	-	-
всего	76	100%	73	100%	116	100%

Таблица 2. Исходы предыдущих беременностей (акушерский анамнез) пациенток (n=96)

Исходы беременностей	1 группа (n=20)		2 группа (n=26)		3 группа (n=50)	
	Абс. знач., N	Отн. показ., %	Абс. знач., N	Отн. показ., %	Абс. знач., N	Отн. показ., %
Всего беременностей	76	100%	73	100%	116	100%
Роды в анамнезе: преждевременные своевременные	3 24	3,9% 31,6%	4 20	5,5% 27,4%	6 25	5,2% 23,2%
Артифициальные аборт	26	34,2%	22	30,1%	19	16,4%
Один самопроизвольный аборт в анамнезе	6	7,9%	7	9,6%	20	17,2%
Два и более самопроизвольных аборта в анамнезе	4	5,2%	4	5,5%	12	10,3%
Одна неразвивающаяся беременность в анамнезе	5	6,6%	5	6,8%	6	5,2%
Две и более неразвивающихся беременности в анамнезе	3	3,9%	2	2,7%	7	6%
Первая беременность	5	6,5%	9	12,3%	19	16,4%

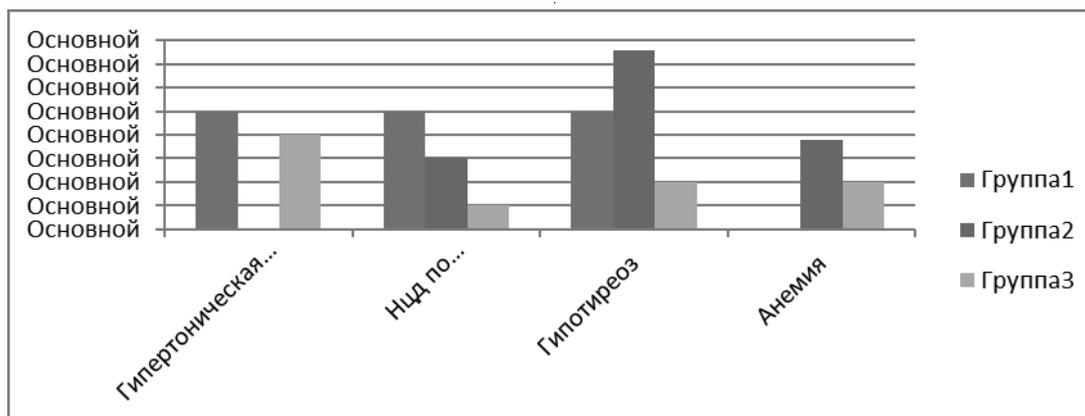
новением акушерских осложнений в разных этнических группах.

Материалы и методы исследования

Для реализации поставленной цели были обследованы 96 женщин (*средний возраст 29,4±4,6 лет*). В 1 –ю группу вошли — женщины бурятской национальности, проживающие с сельской местности (n=20), во 2 — ю группу — женщины бурятской национальности, проживающие в городе (n=26), и в группу сравнения вошли женщины русской этнической группы, также прошедшие обследование на полиморфизм генов тромбофилии (n=50).

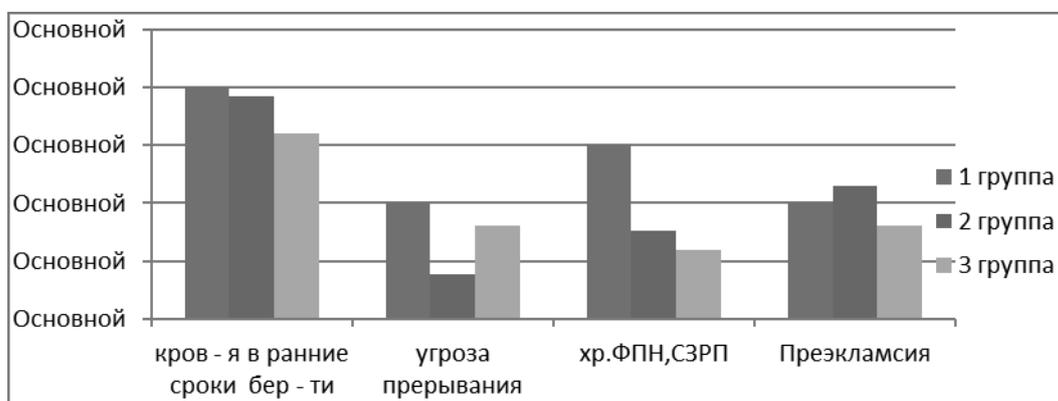
Во всех группах методом аллель специфичной полимеразной цепной реакции (асПЦР) с последующей детекцией методом электрофореза в 3%агаровом геле проводили определение полиморфизмы генов тромбофилии: F2 20210 A/G, F5 1691 A/G, F7G/G, FGBG/G, ITGA2 (α2-интегрин) C/C, ITGB (β3интегрин) C/C, PAI-1 (SERPINC-1) 5G/4G, MTHFR677C>T, MTHFR1298A>G, MTR2756 A>G, MTRR66A>G.

Работа выполнена на базе акушерско-гинекологической клиники медицинского центра «Диамед», г. Улан-Удэ. Выполнение настоящего исследования проводилось на основании положительного решения госпитального этического комитета и после получе-



$p \geq 0,005$

Рис. 1. Структура экстрагенитальной патологии



$p \geq 0,005$

Рис. 2. Осложнения беременности.

ния письменного информированного согласия обследуемых пациентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Средний возраст составил в 1-й группе $30 \pm 4,1$ лет, во 2-й группе $30,35 \pm 1,25$ лет, в 3-й группе $30,45 \pm 2,35$ лет. Образование высшее в 1-й группе 30%, во 2-й группе 93,4%, в 3-й группе 92%.

Паритет обследованных женщин представлен в табл. 1.

При обследовании установлено, что всего у пациенток 1-й группы было 76 беременностей (на 1 женщину — 3,8 беременности), во 2-й группе 73 беременности (на 1

женщину — 2,8 беременности), в 3-й группе — 116 беременностей (на 1 женщину 2,32 беременности)

В 3-й группе больше процент первобеременных 38% — по сравнению с 1-й группой 25% и 2-й группой — 34,6%.

В табл. 2 представлены исходы предыдущих беременностей у обследованных женщин.

При анализе паритета обследованных женщин установлено, что всего у пациенток 1 группы было 76 беременностей, у пациенток 2-й группы — 73 беременности, в 3-й группе 116.

Паритет: В 1-й группе — 1,2 беременности с благоприятным исходом на 1 женщину, многорожавшие составили 30%, неудачные попытки вынашивания бе-

Таблица 3. Полиморфизмы генов системы гемостаза

Группы исследования	Генотип			
PAI — 1~<5G/4G				
	5GG	5G4G	4G4G	5G4G+4G4G
Группа 1 (n=20)	—	18(90%)	2(10%)	20(100%)
Группа 2(n=23)	6 (23%)	16(61,5%)	4(15,3%)	20(76,8)
Группа 3 (n=50)	10(20%)	12(24%)	28(56%)	40(80%)
MTHFR677C> T				
	CC	CT	TT	CT+TT
Группа 1(n=20)	8(40%)	10(50%)	2(10%)	12(60%)
Группа 2(n=26)	16(61,6%)	10(38,4%)	—	10 (38,4%)
Группа 3(n=50)	14(28%)	20(40%)	16(32%)	36(72%)
MTHFR1298A >G				
	AA	AG	GG	AG+GG
Группа 1(n=20)	8(40%)	10(50%)	2(10%)	12(60%)
Группа 2(n=26)	14(53,8%)	8(30,7%)	4(15,3%)	12(46%)
Группа 3(n=50)	16(28%)	20(40%)	14(32%)	34(72%)
MTR2756A > G				
	AA	AG	GG	AG+GG
Группа 1(n=20)	12(60%)	6(30%)	2(10%)	8(40%)
Группа2(n=26)	14(53,8%)	8(30,7%)	4(15,3%)	12(46%)
Группа3(n=50)	30(60%)	16(32%)	4(8%)	20(40%)
MTRR66A>G				
	AA	AG	GG	AG+GG
Группа1(n=20)	4(20%)	16(80%)	—	16(80%)
Группа 2 (n=26)	16(61,5%)	8(30,7%)	2(7,7%)	10(38,4%)
Группа 3 (n=50)	14(28%)	26(52%)	12(24%)	38(76%)

ременности составили 0,9 на 1 женщину. Во 2-й группе выношено беременностей удачно 0,77, в этой группе первобеременные составили 50%, неудачные попытки вынашивания беременности 0,69 на 1 пациентку. В 3-й группе 0,5 беременности с благоприятным исходом, первобеременные составили 38%, репродуктивные потери на 1 женщину в среднем — 0,9.

Структура экстрагенитальной патологии представлена на рис. 1

Гинекологическая патология представлена в 1-й группе в 25% — миома матки, НМЦ в анамнезе у 10%; во 2-й группе миома матки у 30,7%; НМЦ у 23%, хронический эндометрит у 7,6%; в 3-й группе миома матки у 20%, НМЦ у 2%, НГЭ у 4%.

Осложнения гравидарного периода у контингента обследованных пациенток проиллюстрировано на рис. 2

Анализ исходов родов

Осложнения со стороны матери и плода были следующими:

В 1-й группе преждевременная отслойка нормально расположенной плаценты 5%, преэклампсия — 5%, СЗРП — 10%, ФПН 20%. Средний гестационный возраст на момент родов — 36,94±0,27 г. Вес плодов — 3040±145 г. Средний объем кровопотери — 223±65.9 мл.

Во 2-й группе преждевременная отслойка нормально расположенной плаценты — 7,6%, СЗРП — 7,6%,



Рис. 3. Показатели гомоцистеина.

преэклампсия 3,8%, вызванная беременностью гипертензия — 11,5%. Вес плодов — $2737 \pm 761,1$ г. Средний гестационный возраст — $36,28 \pm 0,36$ г. Средний объем кровопотери — $221 \pm 56,33$ мл.

В 3-й группе преждевременная отслойка нормально расположенной плаценты — 2%, ФПН — 14%, СЗРП — 8%, преэклампсия 4%, вызванные беременностью гипертензия 10%, антенатальная гибель плода — 2%. Средний гестационный возраст — $34,38 \pm 0,57$ г. Средний объем кровопотери $3,133 \pm 295$ г.

Результаты тестирования на наличие полиморфизма в генах F2, F5, F7, FGB, ITGA2 — α 2интегрин, ITGB — β 3интегрин не выявлено достоверных отличий ($p > 0,5$).

В качестве неблагоприятных рассматривались аллельные полиморфизмы генов системы гемостаза и данные по носительству указанных генотипов представлено в таб. 3.

Условные сокращения: PAI (SERPIN — 1) антагонист тканевого активатора плазминогена, MTHFR — метилентетрагидрофосфатредуктаза, MTR — метионин-редуктаза, MTRR — метионинсинтаз-редуктаза.

Процент патологической позитивности по полиморфизмам генов фолатного цикла составил: 1 группе — 30% патологические гомозиготы, 2 группе — 38% патологические гомозиготы, 3 группе — 96% патологические гомозиготы.

По гену MTHFR(C677T), регулирующий метаболизм фолиевой кислоты в 1 — группе — 10%, 2-й группе — отсутствуют, 3 — группа — 32%.

Ген MTRR(66A>C), регулирующий метаболизм витамина B12: 1 — группа — 10%, 2- группа — 7,6%, в 3 — группе — 24%

Патологические гомозиготы по гену SERPINC-1 (PAI-1 5G/4G): 1группе — 10%, 2 группе — 15%, 3 группа — 56%.

Динамика изменения плазменной концентрации гомоцистеина представлена на рис. 3

Средний уровень концентрации гомоцистеина в 1 — группе составляет — $(6,8 \pm 1,4 \text{ мкМоль/л})$, во 2 — группе — $(4,7 \pm 1,6 \text{ мкМоль/л})$ в 3 — группе $(4,68 \pm 1,65 \text{ мкМоль/л})$. В 1- группе показатель гомоцистеина выше, возможно это связано с особенностями питания, так как сюда входят женщины бурятской этнической группы, проживающие в сельской местности.

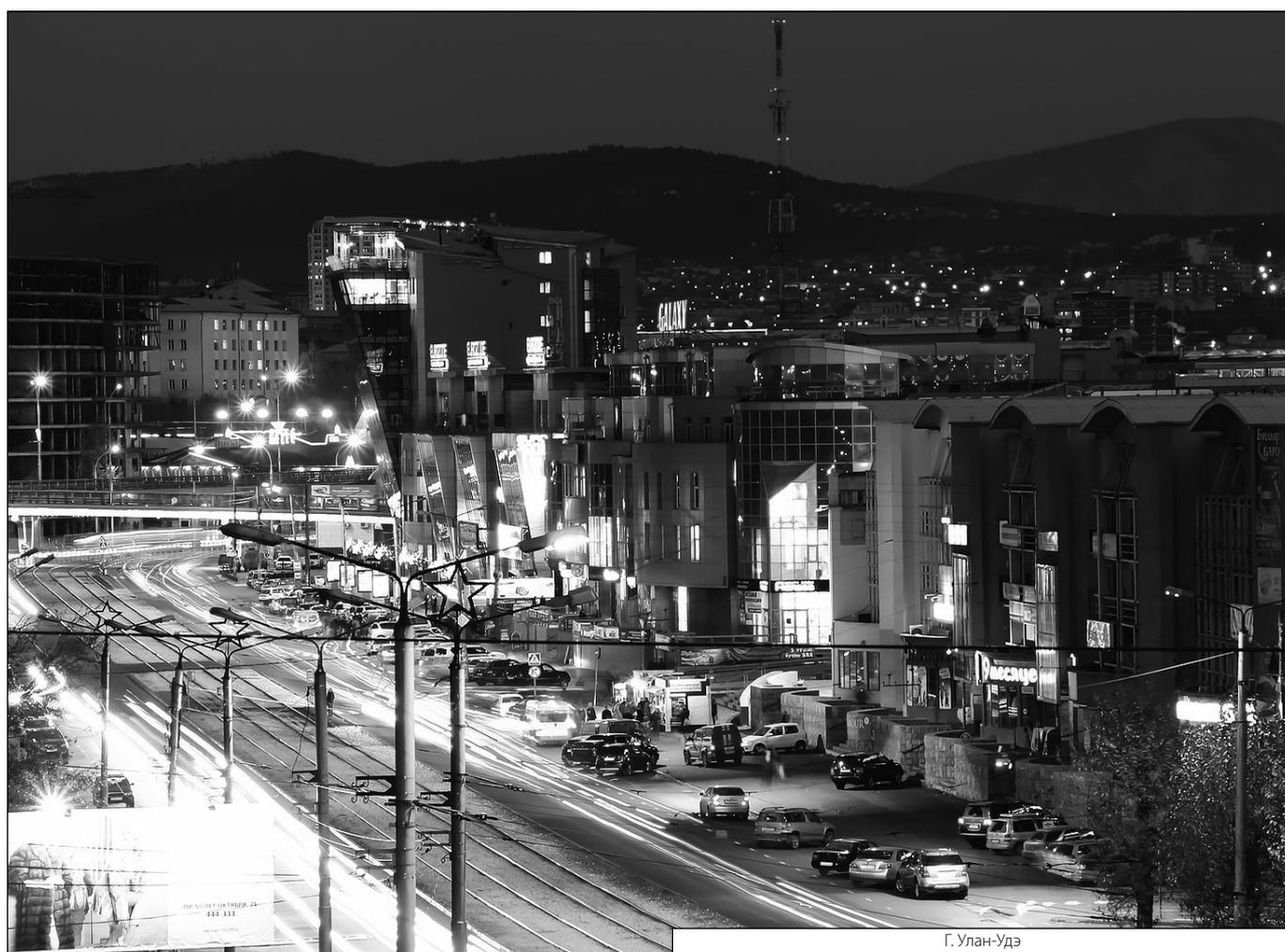
Выводы

В соизмеримых по возрасту и социальному статусу группах обследуемых, частота развития осложнений беременности не имеет значимых различий, хотя частота встречаемости патологических генотипов больше в группе европейской популяции, что согласуется с данными зарубежной литературы о высоком проценте бессимптомного носительства гетерозиготных полиморфизмов в гене PAI-1 (5G/4G) среди европейской популяции (до 41,7%) [9]

ЛИТЕРАТУРА

1. Айламазян Э. К. Кулаков В. И. Радзинский В. Е. Савельева Г. М. под редакцией. Акушерство. Национальное руководство. М. ГОЭТАР. Медиа. — 2007. — 1064с.
2. Макацария А. Д. Тромбозы и тромбоземболии в акушерско — гинекологической клинике. Молекулярно — генетические механизмы и стратегия профилактики тромбоэмболических осложнений, руководство для врачей/ А. Д. Макацария, В. О. Бицадзе, С. В. Акиншина // ООО «Медицинское информационное агентство»: Москва 2007 г. — 1200с.
3. Макацария А. Д. Бицадзе В. О. Тромботическая и противотромботическая терапия в акушерской практике. М — Триада X. — 2003. — С. 904.
4. Макацария А. Д. Бицадзе В. О. Метаболический синдром и тромбофилия в акушерстве и гинекологии. «Медицинское информационное агенство» с 214–216.
5. Макацария А. Д. Бицадзе В. О. Профилактика повторных осложнений беременности в условиях тромбофилии: Триада X 2008 г..
6. Газиева И.А., Чистякова Г. Н., Ковалев В. В. Полиморфизмы генов фолатного обмена и показатели функционального состояния эндотелия в ранние сроки беременности: факторы риска развития гестационных осложнений. //Акушерство и гинекология. — 2013. — № 1 с 57–61.с. 2.6.
7. Долгушина В.Ф., Верейна Н. К. Генетические и приобретенные факторы риска тромбозов у женщин с акушерской патологией в анамнезе.// Акушерство и гинекология. 2011; 3: 27–31. 79.
8. Лоскутова Т. А. Анализ форм тромбофилии у беременных с акушерскими и перинатальными осложнениями при проэкламсии.//Акушерство и гинекология. — 2013. № 10 с 23–27.
9. Jeng J. R. Association of PAI-1 gene promoter 4G/5G polymorphism with plasma PAI-1 activity in Chinese patients with and without hypertension // Am J Hypertens. — 2003. — Vol. 16, N. 4. — P. 290–296].

© Губарь Татьяна Константиновна (lalekseeva09@mail.ru), Алексеева Лилия Лазаревна (lalekseeva09@mail.ru), Стуров Виктор Геннадьевич.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Улан-Удэ

ИЗУЧЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ МОЩНОСТИ ЭНЕРГИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ КОРОНКОВОЙ ЧАСТИ УДАЛЁННОГО МОЛЯРА ЧЕЛОВЕКА (IN VITRO).

THE STUDY OF THE RESIDUAL POWER
OF THE LASER ENERGY DURING
IRRADIATION OF THE CORONAL
PART OF A REMOTE HUMAN MOLAR
(IN VITRO)

E. Zhulev
A. Rostov
A. Rostov

Summary. In this article, the high-intensity residual power wavelength of 810 and diode laser systems 980 Nm, passed through, under irradiation of the coronal part of the remote human molar was studied in the laboratory. The results of the dependence of the thickness and density of the removed tooth are obtained. The photodiode sensor human molar was studied.

Keywords: laser system, residual power, wavelength.

Жулёв Евгений Николаевич

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО « Приволжский
исследовательский медицинский университет»
Минздрава России
hrustalev54@mail.ru*

Ростов Андрей Витальевич

*К.м.н., главный врач, ООО «Центр медико-правового
консультирования «Рубикон»
a_rostov@mail.ru*

Ростов Артём Андреевич

*Генеральный директор, ООО «Центр медико-
правового консультирования «Рубикон»
ar-rostov@yandex.ru*

Аннотация. В данной статье в лабораторных условиях изучена остаточная мощность энергии лазерного излучения высокоинтенсивных диодных лазерных систем ближнего инфракрасного спектра с длиной волны 810 и 980 Нм, прошедшую через всю коронковую часть удалённого моляра человека. Получены результаты зависимости толщины и плотности тканей удалённого зуба. Изучена зависимость остаточной мощности и расположение круглого фотодиодного сенсора на различном расстоянии от поверхности удаленного человеческого моляра.

Ключевые слова: лазерная система, остаточная мощность, длина волны.

Актуальность

Как эффективный метод лечения, лазерная терапия была официально признана в СССР в 1974 году, где и получила наибольшее развитие. В Японии институт лазерной терапии успешно работает с 1980 года по сей день, в Китае, Канаде, Вьетнаме, странах Латинской Америки и Восточной Европы метод применяется также давно, пусть и не с таким размахом, как в СССР, а позднее в России. Толчком к продвижению одного из самых перспективных направлений современной физиотерапии стало официальное признание метода в Европе в 2000 году и в США в 2003 году, что привело к настоящему буму в его распространении во всём мире. (Баранов А. В. и др.). [1].

В настоящее время предметом ряда исследований в медицине стали лазеры — оптические квантовые генераторы, высокая лечебная эффективность которых обусловлена уникальными физическими и биологическими свойствами лазерного света. Известно, что наряду с противовоспалительным, противоотечным действием, нормализацией микроциркуляции, низкоинтенсивное

лазерное излучение может стимулировать репарацию костной ткани (Г. Р. Рувинская, 2002 и др.). [2, с. 3–4].

Под воздействием лазерного облучения в тканях происходят различные химические, физические, термические реакции. Так под влиянием низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) происходит активация реминерализации эмали зуба (реализующейся с активным участием слюнных желез и ротовой жидкости), что чрезвычайно важно, так как феномен реминерализации обеспечивает гомеостаз эмали зуба на протяжении всей жизни человека. НИЛИ вызывает уплотнение кристаллической решетки эмали. Последующим этапом (компонентом) взаимодействия лазерного излучения с эмалью зуба является понижение ее проницаемости (обычно повышенной не только в стадии уже развивающегося кариеса, но и в преморбидной (доклинической) стадии). Следствием активации процессов реминерализации, уплотнения кристаллической решетки и понижения проницаемости являются повышение микротвердости эмали и понижение ее растворимости, обуславливающей ее резистентность. НИЛИ достоверно снижает кислоторастворимость эмали, повышает уровень местного

иммунитета и эффективность известных противокариозных воздействий. Механизмы влияния НИЛИ на пульпу зуба прежде всего проявляются в стимуляции гемо- и лимфомикроциркуляции и, соответственно, активации секреторной функции одонтобластов (секреция дентинной жидкости, продукция вторичного дентина). Вследствие стимуляции гемо- и микроциркуляции повышается гидравлический подпор ткани пульпы и усиливаются осмотические токи, обуславливающие, в свою очередь, активацию циркуляции дентинной и эмалево-жидкостей, в итоге приводящие к усилению метаболизма тканей зуба в целом (пульпа, дентин, эмаль). [С. В. Москвин, А. Н. Амирханян, 2011]. [3, с. 151–152].

В настоящее время хорошо изучены положительные свойства лазерного излучения на мягкие и твёрдые ткани. Однако нет чётких данных об оптимальных параметрах остаточной мощности, дозы лазерного излучения с учётом рассеивания (диффузии) и отражения от тканей, для запуска лечебных реакций на различной глубине целевых точек в соответствии с плотностью и толщиной тканей зуба. Поэтому данное исследование является актуальным при подготовке витальных зубов при протезировании несъёмными и съёмными конструкциями.

Цель исследования

Изучить остаточную мощность лазерного излучения с различными длинами волн при облучении коронковой части удалённого моляра человека в пришеечной области и в области экватора (*in vitro*). Определить ее зависимость от расстояния между лазерным излучателем и поверхностью биологического материала.

Материалы и методы

В качестве материала исследования были использованы: удалённый моляр человека, малая зонная насадка с диаметром выходного отверстия 1 см²; В исследовании использовали итальянские диодные лазерные системы «Doctor Smile» с длинами волн 810 и 980 Нм. Для измерения дозы лазерного излучения применяли аппарат израильского производства фирмы OPHIR (Laser Measurement Group) PULSAR4 с круглым фотодиодным сенсором (PD300R-UV filter off.) и программным обеспечением — StarLab — (pulsar sensor 3 photodiode PD300R-UV (s/n 782471) FU1.27 (s/n 746231).

Параметры лазерного излучения с длинами волн 810 и 980 Нм в лабораторных исследованиях всегда были одинаковыми: мощность 1 Вт; постоянный режим (CW); неактивное волокно толщиной 320 микрон с малой зонной насадкой; методика бесконтактная, стабильная; облучение лазером в течение 15 секунд.

Результаты

Остаточная мощность лазерного излучения с длиной волны 980 Нм, которая прошла через всю коронку зуба, при расположении излучателя в области шейки удалённого моляра толщиной 0,86 см на расстоянии 1 мм от поверхности зуба, составила — 1,4 мВт.

В области экватора (в центре борозды бугров) зуба толщиной 1,1 см. на расстоянии лазерного излучателя от поверхности зуба 1 мм, остаточная мощность составила 902 мВт. На расстоянии 1 см — 893 мВт. На расстоянии 2 см — 930 мВт.

Чтобы вычислить остаточную мощность лазерного излучения, которая приходится на отражение от боковых поверхностей моляра, мы расположили лазерный излучатель перед зубом и зафиксировали лезвия бритвы на боковых поверхностях удалённого зуба для исключения попадания отражённого лазерного излучения на круглый фотодиодный сенсор (размещённого за зубом) от боковых поверхностей моляра.

Остаточная мощность лазерной энергии, которая прошла через удалённый зуб в области экватора зуба с щёчной поверхности толщиной 1,1 см, при расположении излучателя на расстоянии 2 см от поверхности зуба с лезвиями бритвы на боковых сторонах, составила — 640 мВт. На расстоянии 3 см — 685 мВт.

Для исключения утечки отражённой лазерной энергии с длиной волны 980 Нм через негерметичные стыки между лезвиями бритвы и получения более точных данных, мы изолировали боковые поверхности удалённого моляра пластилином со всех сторон. В результате остаточная мощность лазерной энергии, прошедшая через удалённый зуб в области экватора зуба толщиной 1,1 см на расстоянии лазерного излучателя 1 мм перед зубом, составила — 825 мВт. На расстоянии 1 см — 774 мВт. На расстоянии 2 см — 750 мВт. На расстоянии в 3 см — 750 мВт.

При изучении остаточной мощности лазерной энергии, с длиной волны 810 Нм через удалённый зуб в области экватора (в центре борозды бугров), с пластилином с боковых сторон зуба, толщиной коронки 1,1 см, на расстоянии 3 см лазерного излучателя составила — 460 мВт. На расстоянии 2 см — 460 мВт. На расстоянии 1 см — 470 мВт. На расстоянии 1 мм — 485 мВт

Обсуждение полученных результатов

Остаточная мощность лазерного излучения с длиной волны 980 Нм, которая прошла через шейку коронки удалённого моляра составила 0,14% от исходной. Погло-

щённая доза лазерного излучения тканями коронки зуба составила — 99,86%. В области экватора коронки моляра средняя непоглощённая мощность составила — 0,009%, а поглощённая мощность — 99,991%.

При смене лазерной системы на длину волны 810 Нм для облучения коронки удалённого моляра в области экватора, непоглощённая мощность лазерного излучения составила 0,004%, а поглощённая мощность — 99,996%.

Среднее значение зависимости уменьшения мощности лазерного излучения от расположения излучателя на различном расстоянии от поверхности удалённого моляра для длины волны 980 Нм составила — 0,0018%, а для длины волны 810 Нм — 0,0012%.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что лазерная энергия частично поглощается хромофорами коронки удалённого моляра человека, а часть энергии проходит насквозь.

На плотность энергии лазерного излучения, прошедшую через удалённый зуб, влияет толщина. В нашем случае толщина у шейки зуба была 0,86 см, а у экватора 1,1 см. Разница толщины коронки удалённого моляра, где проводилось измерение, составила — 22%. Разница в величине излучения, прошедшего сквозь коронку моляра, составила для обеих длин волн, в среднем — 12%. Во втором случае эти данные оказались меньше, что может быть связано с одним из свойств лазерного луча — его рассеивания, при взаимодействии с биологическими тканями.

На величину лазерного излучения, прошедшего через твердые ткани удалённого зуба, влияет длина волны лазерной системы. Лазерная энергия с длиной волны 980 Нм меньше поглощается тканями удалённого зуба, чем лазера с длиной волны 810 Нм, хотя разница обнаружена и не значительная.

Расстояние от лазерного излучателя с малой зонной насадкой до поверхности удалённого моляра мало влияет на величину лазерного излучения, прошедшего через биологический материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт из научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru/> на работы сотрудников ГНЦ Лазерной медицины ФМБА РФ (директор, д.м.н., Баранов А. В.), кафедры реабилитационной и восстановительной медицины ИПК ФМБА РФ (зав. кафедрой д.м.н., профессор Кочетков А. В.) и Самарского медицинского института РЕАВИЗ (ректор д.м.н., профессор Лысов Н. А.), ведущий специалист по развитию направления — д.б.н., к.т.н. Москвин Сергей Владимирович.
2. Г. Р. Рувинская, диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона на репаративную регенерацию костной ткани в пористой структуре титанового имплантата, Казань — 2002, с 3–4.
3. С.В. Москвин, А. Н. Амирханян, Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии, Москва, 2011. Стр. 151–152.

© Жулёв Евгений Николаевич (hrustalev54@mail.ru), Ростов Андрей Витальевич (a_rostov@mail.ru),

Ростов Артём Андреевич (ar-rostov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МАЛОИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ С ПОЛИТРАВМОЙ ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ

MINIMALLY INVASIVE METHODS OF TREATMENT OF VICTIMS WITH POLYTRAUMA IN TRAFFIC ACCIDENTS

N. Kallaev
A. Ataev
A. Maqaratomov
N. Mirsoev
Sh. Maqomedov

Summary. The work is based on an analysis of treatment outcomes 987 patients aged 17 to 84 years old with multiple and associated injuries in traffic accidents. At 78% of patients diagnosed with traumatic shock.

Analysis of results of treatment of victims with polytrauma showed the effectiveness of the tactics of staging surgical treatment. Early stabilization of the damaged structures of the pelvis and long bones in a complex of other protivosokovh activities allows to intensify patients, shorten the treatment, reduce morbidity from 37.4% to 4%, 22, to reduce mortality from 18.5% up to 6.9%.

Keywords: polytrauma, treatment, early stabilization of damage.

Каллаев Нажмудин Омаркадиевич

Д.м.н, профессор ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
nazhmudin_K@mail.ru

Атаев Алевдин Рашитханович

Д.м.н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)
drataev57@mail.ru

Магарамов Абдулла Магарамович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
abdulla-maqaratomov@yandex.ru

Мирзоев Назим Эмирович

К.м.н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)

Магомедов Шамиль Магомедович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
shamil-dos76@yandex.ru

Аннотация. Работа основана на анализе исходов лечения 987 пациентов в возрасте от 17 до 84 лет с множественными и сочетанными повреждениями, полученными при дорожно-транспортных происшествиях. У 78% пострадавших диагностирован травматический шок. Анализ результатов лечения пострадавших с политравмой показал эффективность тактики этапного хирургического лечения. Ранняя стабилизация повреждённых структур таза и длинных костей в комплексе других протившоковых мероприятий позволяет активизировать пациентов, сократить сроки лечения, уменьшит частоту развития осложнений с 37,4% до 22, 4%, сократить летальность с 18,5% до 6,9%.

Ключевые слова: политравма, лечение, ранняя стабилизация повреждений.

Актуальность

По данным различных авторов частота политравмы при дорожно-транспортных происшествиях составляет от 27,6 до 61,2%. (2, 3, 4). По нашим данным — 48,7%. На долю пострадавших при политравме приходится до 28% от общего числа травматологических больных. Среди пострадавших с политравмой около- и внутрисуставные переломы выявлены у 43% (4). Летальность при этом достигает до 40% (1, 3, 5, 7). Потеря трудоспособности и выход на инвалидность наблюда-

ется у 67,6% больных (9). Частота тромбоэмболических осложнений при переломах длинных трубчатых костей составляет 80% (8). По данным литературных источников в 58,9% случаев отмечен травматический шок (7). Средний возраст погибших от политравмы при дорожно-транспортных происшествиях равняется 48,6 лет. Сокращение летальности и инвалидности по стране менее 1% способны уменьшить экономические потери более чем на 50 миллиардов рублей (6). Поэтому проблема множественных и сочетанных повреждений вышла за предел медицинской и приобрела характер социальный.

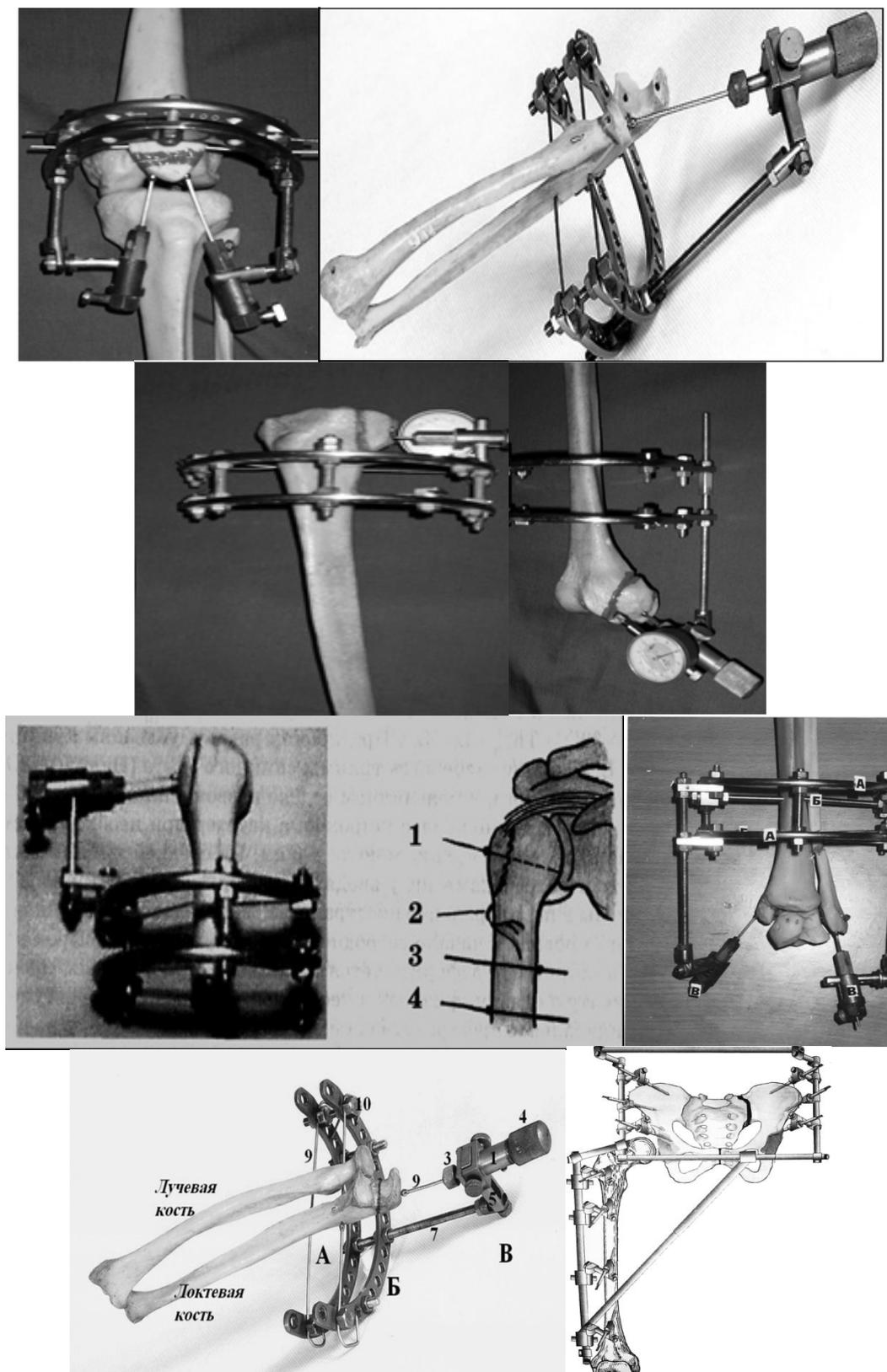


Рис. 1. Модели остеосинтеза внутрисуставных переломов: А — надколенника; Б — мыщелка бедра; В — мыщелка большеберцовой кости; — Г — головки лучевой кости; Д — локтевого отростка; Е — модель и схема остеосинтеза перелома большого бугра плечевой кости; Ж — модель остеосинтеза пронационного перелома-вывиха голеностопного сустава



Рис 2. Схема остеосинтеза и внешний вид больного после стабилизации костей таза и проксимального отдела бедра аппаратом внешней фиксации.

Цель

Улучшение анатомо-функциональных результатов лечения пострадавших с политравмой, путём оптимизации методов этапного хирургического лечения.

Материал и методы

Мы располагаем опытом лечения 987 пострадавших с политравмой в возрасте от 17 до 84 лет, поступивших в республиканский ортопедотравматологический центр в течение 2012–2018 гг. Из них 196 (19,8%) больных доставлено в клинику машиной скорой медицинской помощи, остальные — попутным транспортом. Из общего числа пострадавших 72,8% имели повреждения трёх и более областей тела, на долю сочетанной черепно-мозговой травмы приходилось 198 (20,1%) случаев. Торакоабдоминальные повреждения отмечены у 72 (7,3%) больных, сочетания повреждений черепа и органов брюшной полости — у 54 (5,5%). Среди всех пациентов с множественными и сочетанными травмами около- и внутрисуставные переломы выявлены у 149 (15,1). У 96 (9,7%) отмечены открытые переломы.

Для объективной многофакторной оценки тяжести травмы пострадавших использовали систему ISS



Рис. 3. Стабилизация сочетанного повреждения костей таза

(InjurySeverityScore): $14,4 \pm 1,2$ баллов отмечены в 361 наблюдении, $27,3 \pm 2,1$ — в 392 и $37,2 \pm 2,4$ — в 234.

769 (78%) пострадавших поступили в состоянии травматического шока, причём подавляющее большинство из них доставлены в стационар на попутном транспорте.

Результаты и обсуждение

На фоне интенсивной противошоковой терапии выполнялись хирургические вмешательства, которые в соответствии с тяжестью повреждений больных и поставленными целями распределялись на реанимационные, неотложные и отсроченные. При краниоабдоминальной травме стабилизация состояния пациентов проводилась синхронно с ликвидацией последствий травмы брюшной полости (кровотечения, повреждения полых органов) и тяжёлых повреждений черепа и головного мозга. При переломах длинных костей продолжалась транспортная иммобилизация до выведения пациентов из шокового состояния. В последующем, переломы костей бедренной кости, костей голени и плечевой кости стабилизировались спице-стержневыми аппаратами внешней фиксации или им выполнялся блокирующий остеосинтез под контролем ЭОП. При сочетанных около- и внутрисуставных повреждениях мы использовали возможности разработанными нами аппаратов внешней

фиксации с устройствами динамической компрессии (а.с. № 1731200, патенты №№ 2405493, 66937). Простота в применении, малоинвазивность и функциональные возможности в послеоперационном периоде.

Особое место в структуре сочетанных повреждений занимали пострадавшие с переломами костей таза с нарушением непрерывности тазового кольца и с двойными (флотирующими) переломами рёбер. В этих случаях мы придерживались активной хирургической тактики, т.е. она была элементом противошоковой терапии. При нестабильных переломах костей таза, длинных костей типов В и С, по классификации АО/ASIF, с нестабильной гемодинамикой мы придерживались тактики запрограммированных многоэтапных хирургических вмешательств «orthopedic damage control». Смысл его заключался в ранней временной фиксации переломов малоинвазивными методами и остановки кровотечения с последующим окончательным лечением после полной стабилизации жизненных функций организма. При окончатых переломах рёбер, мы осуществляли вытяжение за промежуточные рёбра и после улучшения состояния больного восстанавливался каркас грудной клетки погружным остеосинтезом. Стабилизация переломов костей таза и проксимального сегмента бедра производилась стержневыми аппаратами внешней фиксации, по принципам ургентной хирургии, как противошоковое средство (рис 2). На рис 3 представлен внешний вид

больного после лапаротомии и стабилизации повреждённых костей таза аппаратом внешней фиксации

При двойных, флотирующих переломах рёбер каркас грудной клетки восстанавливался путём вытяжения за промежуточные рёбра на балканской раме с последующим погружным остеосинтезом.

ВЫВОДЫ

Таким образом, при повреждениях типа В и С по классификации АО тактика оперативного лечения пострадавших с множественными и сочетанными повреждениями должна базироваться на первоначальном выявлении и устранении угрожающих жизни состояний, таких, как наружное и внутреннее кровотечение. Стабилизация повреждённых структур таза, бедра, особенно открытых переломов, является противошоковым мероприятием.

Рациональное использование средств достижений современной хирургии повреждений позволяет сохранить пострадавшим жизнь и раннюю функциональную активность. Применение принципов этапного хирургического лечения пострадавших с сочетанными и множественными повреждениями позволило сократить сроки лечения. частоту развития осложнений с 37,4% до 22,4%, уменьшить летальность с 18,5% до 6,9%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бесаев Г.М., Тулупов А. П., Тания С. Ш. Тактический алгоритм при оказании помощи пострадавшим с повреждением таза при сочетанной травме. Материалы X юбилейного Всероссийского съезда травматологов — ортопедов. Москва. 16–19 сентября 2014. С. 87.
2. Боровков В.Н., Сорокин П. В., Зеленков А. Н., Петров Ю. В., Боровков Н. В. Наш подход к лечению переломов конечностей у пострадавших с сочетанной травмой на современном этапе. Материалы XI Всероссийского съезда травматологов-ортопедов. Санкт-Петербург. 2018. Том II. С. 191–192.
3. Гилев Я.Х., Милуков А. Ю., Колтанюк Д. Г. Интрамедуллярный остеосинтез штифтом с блокированием у больных с политравмой. Материалы X юбилейного Всероссийского съезда травматологов — ортопедов. Москва. 16–19 сентября 2014. С. 94.
4. Гилев Я.Х., Милуков А. Ю., Мазеев Д. В., Устьянцев Д. Д. распространённость внутрисуставных и околоуставных переломов у больных с политравмой. Материалы XI Всероссийского съезда травматологов — ортопедов. Москва. Санкт-Петербург. 2018. Том II. С. 216–217.
5. Дурсунов А.М., Сайдирахматхонов С. С., Рахимов А. М., Каримов Х. М., Кобилов Р. К., Хошимов Р. А. Методы остеосинтеза в лечении множественных и сочетанных переломов длинных костей. Материалы XI Всероссийского съезда травматологов — ортопедов. Москва. Санкт-Петербург. 2018. Том II. С. 271–272.
6. Измалков С.Н., Шатохин В. Д., Гранкин И. О. Роль первичной стабилизации костных фрагментов в повышении эффективности лечения пострадавших с политравмой. Материалы X юбилейного Всероссийского съезда травматологов — ортопедов. Москва. 16–19 сентября 2014. С. 113–114.
7. Коробушкин Г.В., Егиазарян К. А., Гордиенко Д. И., Лидяев А. А., Лыско А. А., Молдакулов Д. М. Лечение переломов костей таза у больных с сочетанной травмой. Материалы XI Всероссийского съезда травматологов — ортопедов. Москва. Санкт-Петербург. 2018. Том II. С. 391–392.
8. Сиразитдинов С.Д., Панков И. О. Оптимизация диагностических методов прогнозирования и профилактика развития тромбоэмболических осложнений при политравме. Материалы XI Всероссийского съезда травматологов — ортопедов. Москва. Санкт Петербург. 2018. Том II. С. 391–392.
9. Шлыков И.Л., Стэлмах К. К., Кузнецова Н. Л. Оперативное лечение больных с множественной и сочетанной травмой таза. Современные технологии в травматологии и ортопедии. Материалы конференции. Санкт-Петербург. 2010. С. 80–81.

© Каллаев Нажмудин Омаркадиевич (nazhjudin_K@mail.ru), Атаев Алевдин Рашитханович (drataev57@mail.ru),

Магарамов Абдулла Магарамович (abdulla-maqaramov@yandex.ru), Мирзоев Назим Эмирович,

Магомедов Шамиль Магомедович (shamil-dos76@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ СЕПСИСА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

SOME ASPECTS OF THE DIAGNOSTICS OF SEPSIS REVIEW LITERATURE

**I. Kolosunin
K. Bazina
S. Kozlov
O. Rodin**

Summary. This review of the literature discusses some aspects of the clinical diagnosis of sepsis and septic shock (using the SOFA methodology), elements of the diagnosis of this disease, with an emphasis on the biomarkers of sepsis. Anti-inflammatory biomarkers, such as C-reactive protein, pro-calcitonin, are considered; biomarkers of the immunosuppressive phase of sepsis; biomarker organ dysfunction in sepsis. Adrenome-Dulin, presepsin and other sepsis biomarkers are also considered.

Keywords: biomarkers of sepsis, diagnosis of sepsis, septic shock, seriously ill patients, complication of infection.

Колосунин Иван Александрович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарева»
kolosunin_ivan@mail.ru

Базина Ксения Александровна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарева»
bazina.98@mail.ru

Козлов Сергей Александрович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева»
kozlovs14@yandex.ru

Родин Олег Васильевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарева»
rodin2oleg@gmail.com

Аннотация. В данном обзоре литературы рассматриваются некоторые моменты постановки клинического диагноза сепсиса и септического шока (при помощи методики SOFA), элементы диагностики данного заболевания, с акцентом на биомаркеры сепсиса. Рассматриваются противовоспалительные биомаркеры, такие как С-реактивный белок, прокальцитонин; биомаркеры иммуносупрессивной фазы сепсиса; биомаркеры дисфункции органов при сепсисе. Также рассмотрены адреномедулин, пресептин и другие биомаркеры сепсиса.

Ключевые слова: биомаркеры сепсиса, диагностика сепсиса, септический шок, тяжелобольные, осложнение инфекции.

Введение

Сепсис является одной из наиболее распространенных причин смерти среди госпитализированных пациентов в отделении интенсивной терапии (ОИТ). В таких условиях его диагностировать особенно трудно, из-за множественных сопутствующих и основных заболеваний у пациентов [19]. Определения сепсиса и септического шока сфокусированы на воспалительном ответе хозяина. Они остались неизменными со времён проведения первой консенсусной конференции по сепсису, состоявшейся в 1991 году. Достижения, в понимании патофизиологии сепсиса, сегодня характеризуются как ответ хозяина на инфекцию, включающий не только активацию про- и противовоспалительных реакций, а также модификации неиммунологических путей (сердечно-сосудистые, вегетативные, неврологические,

гормональные, метаболические и другие), что заставило экспертов пересмотреть определения. В 2016 году конференция «Сепсис-3» определила сепсис как «опасную для жизни дисфункцию органа, вызванную нерегулируемым ответом хозяина на инфекцию», а септический шок как «подгруппу сепсиса, в которой основные нарушения кровообращения и клеточные / метаболические изменения достаточно глубоки, чтобы существенно увеличить смертность [23]». Это описательный обзор с целью обновления достижений в диагностике сепсиса.

Диагностика сепсиса. Клинический диагноз

Определения «Сепсис-3» требуют нового клинического инструмента для замены критериев синдрома системного воспалительного ответа (SIRS) при иденти-

фикации пациентов с сепсисом. Эти критерии неспецифичны, так как они присутствуют не у всех пациентов с инфекцией, и они не обязательно отражают аномальный ответ хозяина. Это, например, случай лихорадки: у пациентов с ослабленным иммунитетом не всегда развивается лихорадка, поэтому инфекцию трудно обнаружить. Напротив, у критических больных пациентов есть определенная степень гипертермии, но она может не отражать инфекцию [15]. Текущая рекомендация для выявления как

сепсиса, так и септического шока заключается в использовании оценки SOFA (Sepsis-related Organ Failure) (Последовательная (связанная с сепсисом) оценка функциональной недостаточности органов). SOFA — это простая система, которая использует доступные параметры в повседневной клинической практике для выявления дисфункции или отказа ключевых органов в результате сепсиса. Она была разработана на совещании экспертов, и оценка физиологических изменений в ответ на септический приступ была одобрена консенсусом. Несмотря на эту первоначальную субъективность, калибровка SOFA является правильной и должным образом адаптированной к последующему развитию заболевания у пациента. Независимо от первоначальной оценки SOFA, увеличение баллов SOFA в течение первых 48 часов в отделении интенсивной терапии прогнозирует уровень смертности не менее 50% [7].

В 2016 году была разработана qSOFA (быстрая SOFA). Этот новый термин включает только клинические критерии, которые легко и быстро измерить у постели больного: Измененный уровень сознания, определяемый как оценка шкалы комы Глазго ≤ 13 (умеренное оглушение). Систолическое артериальное давление ≤ 100 мм. рт. ст. Частота дыхания ≥ 22 дд / мин.

При наличии двух из этих критериев, было высказано предположение, что qSOFA имеет аналогичную прогностическую достоверность с исходной оценкой для выявления пациентов с сепсисом и может иметь плохой результат [23]. Требуется дальнейшая проверка эффективности qSOFA, она подвергается первоначальной критике на том основании, что ее трудно использовать в странах с низким и средним уровнем дохода. Кроме того, чувствительность метода может быть только у 50% пациентов с пневмонией в отделении неотложной помощи, и следует ожидать плохой специфичности для таких подгрупп как гематологические пациенты [23].

Следует отметить, что распознавание септического шока обычно связано с наличием гипотонии. Однако этот критерий является недостаточным, поскольку у большинства пациентов наступлению гипотонии пред-

шествует гипоперфузия тканей. Гипоперфузия тканей выявляется путем измерения уровня лактата в крови. Гипотония часто не появляется или появляется поздно, в то время как перфузия тканей может быть серьезно нарушена на глобальном или региональном уровне без необходимости ассоциироваться с гипотонией. По этим причинам распознавание септического шока должно основываться на выявлении гипоперфузии тканей. Поскольку нет единого и конкретного критерия для его идентификации, необходимо оценить несколько параметров [16].

Лабораторная диагностика сепсиса

Лабораторные тесты необходимы, чтобы помочь диагностировать сепсис, отличить его от других состояний, а также оценить и контролировать функции органов, оксигенацию крови и кислотно-основной баланс. В диагностике сепсиса важен вклад лабораторных гематологических, биохимических и микробиологических исследований. Тем не менее, культуральная диагностика медленная, и в последние годы были предприняты серьезные усилия по поиску биомаркеров, позволяющих провести раннюю диагностику этого заболевания. В целом изучаемые маркеры связаны с воспалительными механизмами в надежде, что они могут дополнять или заменять другие, уже используемые, такие как С-реактивный белок (СРБ) и прокальцитонин (PCT). Эти инструменты не могут использоваться отдельно и должны дополнять тщательную клиническую оценку, а также другие лабораторные данные. Многие исследования ведутся в поисках идеального биомаркера, хотя прогресс идет медленно [10].

Другие визуальные тесты необходимы для оценки состояния различных органов, выявления осложнений и места заражения. Этими тестами обычно являются рентген, компьютерная томография или ультразвук.

Биомаркеры сепсиса

Биомаркер определяется Национальными институтами здравоохранения: «характеристика, которая эффективно измеряется и оценивается как показатель нормальных биологических и патогенных процессов или фармакологических реакций на терапевтическое вмешательство» [2]. В различных лабораторных исследованиях врачи используют биомаркеры для диагностики и лечения пациентов. В клинической практике биомаркеры могут также использоваться в диагностических и прогностических целях или в качестве дополнения к лечению, чтобы идентифицировать тех, кто может извлечь наибольшую пользу от конкретной терапии, или для прогнозирования ее эффективности или токсично-

сти [8]. Использование биомаркеров находится на подъеме, и существует высокий спрос на новые молекулы, способные идентифицировать сепсис и септический шок.

Сепсис можно разделить на две последовательные фазы: начальная гиперовоспалительная фаза, характеризующаяся SIRS, которая может исчезнуть; последующая иммуносупрессивная фаза, обычно характеризующаяся дисфункцией органов и называемая CARS (синдром компенсаторного противовоспалительного ответа). Есть маркеры обеих фаз, хотя маркеры гипер-воспалительной фазы более многочисленны

Провоспалительные биомаркеры. С-реактивный белок

С-реактивный белок (СРБ) представляет собой белок острой фазы воспаления, вырабатываемый печенью, хотя он также может синтезироваться другими клетками, такими как альвеолярные макрофаги. У здоровых пациентов его концентрация в плазме остается стабильной, но его уровни увеличиваются после травмы, воспаления и других раздражителей, связанных с повреждением тканей. Бактериальные инфекции являются мощными стимулами, которые вызывают быстрое повышение уровня СРБ в течение нескольких часов. Интерлейкин-6 (IL-6), как полагают, является основным медиатором, стимулирующим выработку СРБ, но другие цитокины, такие как интерлейкин-1 (IL-1) и фактор альфа некроза опухоли (TNF- α), также продуцируют его. Изменения уровня СРБ в плазме могут быть полезны при диагностике и прогнозе инфекции, падение его уровня в плазме указывает на разрешение инфекции. Короткий период полураспада около 19 ч делает СРБ полезным инструментом для мониторинга воспалительного ответа, инфекции и антибиотикотерапии. Кроме того, лабораторные исследования СРБ дешевле, чем измерения цитокинов [20].

В отличие от большинства белков острой фазы, которые подвергаются значительным изменениям уровня в плазме (в зависимости от скорости синтеза, потребления и катаболизма), концентрации СРБ в плазме остаются практически постоянными. Это означает, что они определяются исключительно скоростью синтеза, а их значения отражают наличие и масштабы заболевания. Некоторые исследования связывают количество нарушений органов у пациентов с сепсисом с тяжестью клинического состояния и интенсивностью воспалительного стимула, тем самым обнаруживая умеренную связь между уровнями СРБ и количеством нарушений органов. Концентрация СРБ в плазме, по-видимому, отражает величину воспалительного стимула и тяжесть сепсиса [18].

Изолированные значения СРБ могут быть полезны при диагностике сепсиса. Однако в клинической практике серийные измерения более эффективны для мониторинга реакции пациента. СРБ довольно неспецифичен и не дифференцирует сепсис от других заболеваний, но он обычно используется для скрининга неонатального сепсиса с ранним началом (в течение первых 24 часов жизни), потому что его чувствительность очень высока в этот период [13]. Эта чувствительность также высока после операции, и поэтому она используется для мониторинга пациентов в послеоперационном процессе [24].

Прокальцитонин

Прокальцитонин (PCT) — это сложный гликопротеин, показатель системного воспалительного процесса в организме, превосходит по чувствительности и специфичности маркеры воспаления — С-реактивный белок и интерлейкин-6. При бактериальных инфекциях уровень прокальцитонина значительно увеличивается. PCT является предшественником гормона щитовидной железы-кальцитонина. Прокальцитонин считается наиболее информативным маркером тяжелого системного воспаления [22]. Прокальцитонин обычно присутствует в крови на очень низких уровнях, однако его производство может стимулироваться воспалительными цитокинами и бактериальными эндотоксинами, вызывая его высвобождение в больших количествах в ответ на инфекцию и, в частности, на системные бактериальные инфекции. По сравнению со всеми другими доступными в настоящее время маркерами сепсиса, PCT также обладает свойством отличать инфекционное и неинфекционное системное воспаление у пациентов с низкой остротой зрения [11]. Он также может различать вирусные и бактериальные инфекции, указывать на наличие бактериальной суперинфекции у пациентов с вирусными заболеваниями [1].

Уровень прокальцитонина служит биомаркером воспалительного ответа, обеспечивая показатель риска развития сепсиса: чем выше уровень PCT, тем выше вероятность системной инфекции и сепсиса. Учитывая его высокую чувствительность к большинству видов инфекций, прокальцитонин считается наиболее чувствительным биомаркером, помогающим диагностировать (или исключить) бактериальный сепсис. Глобальные рекомендации также советуют его использование в качестве инструмента для оптимизации лечения антибиотиками.

Прокальцитонин имеет более короткий период полураспада, чем СРБ, и уровни PCT повышаются быстрее в случаях бактериальной инфекции. Эта благоприятная кинетика может позволить более раннюю диагностику сепсиса и лучше контролировать его прогрессирование.

Биомаркеры иммуносупрессивной фазы сепсиса

Важность CARS после гипертворспалительной фазы сепсиса признана очень давно, но только недавно некоторые биомаркеры этой фазы начали привлекать внимание. На этом этапе оценка экспрессии человеческого лейкоцитарного антигена-D (HLA-DR) в моноцитах дает хорошие результаты.

Роль молекул HLA класса 2 заключается в обработке и представлении фрагментов антигенного пептида CD4 T-лимфоцитам в начале иммунного ответа. Экспрессия HLA-DR на клеточной поверхности является значимым показателем иммунного ответа из-за его важной роли в презентации антигена. Несколько исследователей сообщили о связи между снижением экспрессии HLA-DR и функциональной инактивацией моноцитов и установили, что уменьшение экспрессии HLA-DR может быть признаком тяжелой иммуносупрессии (рассматривая сепсис не как провоспалительное, а как иммунное расстройство, в том числе воспаление и иммуносупрессия) [4]. Моноциты с низкой экспрессией HLA-DR обладают пониженной способностью секретировать цитокины и представлять антигены, следовательно, поддержание экспрессии HLA-DR может иметь важное значение для надлежащего антибактериального ответа и для предотвращения инфекционных осложнений. Экспрессия моноцитов снижается у пациентов с сепсисом и, следовательно, экспрессия HLA-DR ниже у таких больных. Однако это также происходит и при ослаблении иммунной системы [6].

Биомаркеры дисфункции органов при сепсисе

Лактат является основным маркером гипоперфузии. Увеличение уровня лактата в сыворотке подразумевает прогрессирующую дисфункцию органов и связано с повышением уровня смертности с 35% до 70%. Гиперлактатемия считается серьезным маркером сепсиса, поскольку отражает плохую перфузию тканей. Многочисленными исследованиями установлена роль лактата в качестве маркера для диагностики, прогноза и лечения гипоксии тканей при шоке. В целом, определение лактата является бесспорным критерием в стратификации риска у пациентов с сепсисом и дает основания по применению вазоактивных препаратов. Величина лактатемии отражает тяжесть гипоперфузии и напрямую связана со смертностью. Пациент с тяжелым сепсисом со значительной гипоперфузией (лактат > 4 ммоль / л) считается находящимся в шоке даже без необходимых критериев гипотонии. Таким образом, имеется достаточно данных, чтобы утверждать, что пациенты с нормотонией с тяжелым сепсисом и значительным лактатацидозом должны

рано получать антибиотики, гемодинамический мониторинг и адекватную реанимацию [14].

Биокинетика лактата также используется в качестве прогностического маркера при сепсисе. Отсутствие клиренса лактата в крови является независимым предиктором смерти. При септических процессах повышенный уровень лактата в сыворотке может быть обусловлен измененным клиренсом, перепроизводством или их сочетанием, и поэтому высокий уровень лактата может быть проявлением дисфункции органов, поскольку этот клиренс зависит от функции печени и почек. Многочисленные исследования продемонстрировали полезность лактата в качестве прогностического индикатора состояний шока, и он зарекомендовал себя в отделениях интенсивной терапии как эффективный показатель гипоперфузии тканей [3].

Адреномедуллин

Адреномедуллин (ADM) представляет собой пептид из 52 аминокислот, принадлежащий к тому же семейству, что и прокальцитонин. Количественное определение ADM было бы особенно полезно для прогноза, но, к сожалению, это невозможно из-за его быстрого выведения из крови (через почки и легкие). Кроме того, он циркулирует, связанный с белками, что делает его недоступным для иммунометрического анализа. [12]. Средняя область проадреномедуллина, содержащая аминокислоты 45–92, отражает уровни активного ADM (который быстро деградирует) и может быть идентифицирована у пациентов с сепсисом. Прогностическая ценность проадреномедуллина, как правило, превосходит другие биомаркеры, такие как СРБ и РСТ, различая сепсис и SIRS [5]. Он был в основном оценен при внебольничной пневмонии (CAP) [17]. Уровень проадреномедуллина на момент поступления в отделение интенсивной терапии является ранним предиктором тяжести и плохого исхода при тяжелом сепсисе и септическом шоке от инфекций дыхательных путей, с точностью, сопоставимой с показателями PSI и CURB-65, и выше, чем другие лабораторные измерения, такие как РСТ или CRP. При поступлении он также является предиктором эволюции, сравнимым с РСТ и CRP и превосходящим другие лабораторные измерения. В сочетании с другими показателями это улучшило бы их способность прогнозировать исход в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Пресептин (ПСП)

Пресептин — это циркулирующий белок, концентрация которого в крови быстро возрастает при развитии системных инфекций, сепсиса, тяжелого сепсиса и септического шока. Впервые он был описан группой исследователей из медицинского университета Иватэ,

Япония [25]. Дальнейшие международные многоцентровые исследования показали что: механизм повышения уровней ПСП принципиально отличен от механизма повышения таких провоспалительных маркеров, как ИЛ-6, ИЛ-10, PCT, СРБ и др.; при индукции системных воспалений повышение ПСП происходит раньше и быстрее, чем рост других маркеров сепсиса.

Следовательно, уровень ПСП отражает реальную динамику сепсиса; прогнозирует исходы и даже при снижении тяжести клинических симптомов сепсиса (ремиссии), тем не менее, в отличие от других маркеров, прогнозирует его рецидивы [9].

Другие биомаркеры сепсиса

Недавно начались исследования других биомаркеров, таких как бесклеточная ДНК (cf-DNA), но в этой области еще предстоит проделать большую работу. Бесклеточная — ДНК в основном содержит короткие фрагменты ДНК, обнаруженные в плазме и высвобожденные из клеток вследствие некроза или апоптоза. Интерес к cf-

DNA в последнее время возрос, и в настоящее время она исследуется в качестве биомаркера у критических пациентов. Уровни cf-ДНК выше у пациентов с сепсисом, чем у здоровых людей, а также у невыживших лиц. Клеточная гибель является распространенным явлением при сепсисе, но она не специфична для сепсиса, поэтому cf-ДНК была исследована в качестве прогностического биомаркера.

Итак, диагностика сепсиса довольно сложна. Она включает в себя множество признаков и симптомов, что затрудняет его определение. Лучшее понимание заболевания и сложных клеточных процессов, которые оно включает, необходимо для того, чтобы найти ведущий маркер или маркеры.

Исследования отдельных биомаркеров показали, что идеального биомаркера для диагностики сепсиса не существует. Из-за сложной патофизиологии заболевания следует сосредоточить усилия на исследовании комбинаций нескольких биомаркеров для получения более надежных и конкретных результатов [21].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahn S. Role of procalcitonin and C-reactive protein in differentiation of mixed bacterial infection from 2009 H1N1 viral pneumonia. / Ahn S, Kim WY, Kim S-H, et al // *Influenza Other Respir Viruses*. — Vol. 5(6).-2011.-P.398–403.
2. Atkinson AJ. Biomarkers and surrogate endpoints: preferred definitions and conceptual framework. / Atkinson AJ, Colburn WA, DeGruttola VG, et al. // *Clin Pharmacol Ther*. — Vol. 69(3). — 2001.-P. 89–95.
3. Bhat SR. Lactate clearance predicts survival among patients in the emergency department with severe sepsis. / Bhat SR, Swenson KE, Francis MW, Wira CR // *West J Emerg Med*. — Vol. 16(7). — 2015.-P.1118–1126.
4. Cazalis M-A. Decreased HLA-DR antigen-associated invariant chain (CD74) mRNA expression predicts mortality after septic shock. / Cazalis M-A, Friggeri A, Cavé L, et al // *Crit Care*. — Vol. 17(6).-2013.-P.287.
5. Christ-Crain M. Mid-regional pro-adrenomedullin as a prognostic marker in sepsis: an observational study. / Christ-Crain M, Morgenthaler NG, Struck J, Harbarth S, Bergmann A, Müller B. // *Crit Care*. — Vol. 9(6).-2005.-P. 816–824.
6. Das U. HLA-DR expression, cytokines and bioactive lipids in sepsis. / Das U. // *Arch Med Sci*. — Vol. 10(2). — 2014.-P.325–335.
7. Doerr F. A comparative study of four intensive care outcome prediction models in cardiac surgery patients. / Doerr F, Badreldin AM, Heldwein MB, et al. // *J Cardiothorac Surg*. — Vol. 6. — 2011.-P. 21.
8. Dupuy A-M. Role of biomarkers in the management of antibiotic therapy: an expert panel review: I — currently available biomarkers for clinical use in acute infections. / Dupuy A-M, Philippart F, Péan Y, et al // *Ann Intensive Care*. — Vol. 3(1).-2013.-P. 22.
9. Endo S. Usefulness of Presepsin (Soluble CD14 Subtype) as a Diagnostic Marker for Sepsis. / Endo S., Takahashi G., Shozushima T // *JJAAM*.. — Vol. 23. — 2012.-P.27–38.
10. Faix JD. Biomarkers of sepsis. / Faix JD. // *Crit Rev Clin Lab Sci*. — Vol. 50(1).-2013.-P.23–36.
11. Harbarth S. Diagnostic value of procalcitonin, interleukin-6, and interleukin-8 in critically ill patients admitted with suspected sepsis. / Harbarth S, Holeckova K, Froidevaux C, et al. // *Am J Respir Crit Care Med*. — Vol. 164(3). — 2001.-P. 396–402.
12. Henriquez-Camacho C. Biomarkers for sepsis. / Henriquez-Camacho C, Losa J // *Biomed Res Int*. — Vol. — 2014. P.547–818.
13. Hofer N. An update on the use of C-reactive protein in early-onset neonatal sepsis: current insights and new tasks. / Hofer N, Zacharias E, Müller W, Resch B // *Neonatology*. — Vol. 102. — 2012. -P.25–36.
14. Holder AL. Predictors of early progression to severe sepsis or shock among emergency department patients with nonsevere sepsis. / Holder AL, Gupta N, Lulaj E, et al // *Int J Emerg Med*. — Vol. 9(1). — 2016.-P.10.
15. Kushimoto S. The impact of body temperature abnormalities on the disease severity and outcome in patients with severe sepsis: an analysis from a multicenter, prospective survey of severe sepsis. / Kushimoto S, Gando S, Saitoh D. et al. // *Crit Care*. — Vol. 17(6). — 2013.-P. 271.
16. Lee YI. Predictors of acute hemodynamic decompensation in early sepsis: an observational study. / Lee YI, Smith RL, Gartshteyn Y, Kwon S, Caraher EJ, Nolan A // *J Clin Med Res*. — Vol. 8(8). — 2016.-P.575–581.

17. Liu D. Prognostic value of mid-regional pro-adrenomedullin (MR-proADM) in patients with community-acquired pneumonia: a systematic review and meta-analysis. / Liu D, Xie L, Zhao H, Liu X, Cao J // *BMC Infect Dis.* — Vol. 16. — 2016. -P.232.
18. Miglietta F. Procalcitonin, C-reactive protein and serum lactate dehydrogenase in the diagnosis of bacterial sepsis, SIRS and systemic candidiasis./ Miglietta F, Faneschi ML, Lobreglio G, Palumbo CRA// *Le Infez Med.* — Vol. 3.-2015.-P. 230–237.
19. Novosad S. A. Vital signs: epidemiology of sepsis: prevalence of health care factors and opportunities for prevention/ Novosad S. A., Sapiano M. P., Grigg C. et al.// *Morb Mortal Wkly Rep.* — Vol. 65(33). — 2016. —P. 864–869.
20. Póvoa P. C-reactive protein as a marker of infection in critically ill patients./ Póvoa P, Coelho L, Almeida E, Fernandes A, Mealha R, Moreira P, et al.// *Clin Microbiol Infect.* — Vol. 11. — 2005.-P. 101–108.
21. Rhodes A. Plasma DNA concentration as a predictor of mortality and sepsis in critically ill patients. / Rhodes A, Wort SJ, Thomas H, Collinson P, Bennett ED // *Crit Care.* — Vol. 10(2). — 2006.-P.60.
22. Riedel S. Procalcitonin as a marker for the detection of bacteremia and sepsis in the emergency department. / Riedel S, Melendez JH, An AT, Rosenbaum JE, Zenilman JM // *Am J Clin Pathol.* — Vol. 135(2). — 2011.
23. Singer M. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3)/ Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al.// *JAMA.* — Vol. 315(8). — 2016.-P.801.
24. Watt DG. Routine clinical markers of the magnitude of the systemic inflammatory response after elective operation: a systematic review./ Watt DG, Horgan PG, McMillan DC // *Surgery.* — Vol. 157. — 2015.-P. 362–380.
25. Yaegashi Y., Shirakawa K., Sato N., Evaluation of a newly identified soluble CD14 subtype as a marker for sepsis. *J Infect.*/ Yaegashi Y., Shirakawa K., Sato N // *Chemother.* — Vol. 11(5).-2005.-P.234.

© Колосунин Иван Александрович (kolosunin_ivan@mail.ru), Базина Ксения Александровна (bazina.98@mail.ru),
Козлов Сергей Александрович (kozlovsa14@yandex.ru), Родин Олег Васильевич (rodin2oleg@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДЛЕННОЙ ПРОВОДНИКОВОЙ АНАЛЬГЕЗИИ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ МЕЖЛЕСТНИЧНЫМ ДОСТУПОМ ПРИ АРТРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ НА ПЛЕЧЕВОМ СУСТАВЕ

RESULTS OF THE SAFETY ASSESSMENT OF USING CONTINUOUS NERVE BLOCK OF THE BRACHIAL PLEXUS BY INTERSCALENE ACCESS DURING ARTHROSCOPIC OPERATIONS ON THE SHOULDER JOINT

**S. Krylov
I. Pasechnik
M. Kapryina**

Summary. Issues of patient safety during surgical procedures do not lose their relevance. In connection with the development of anesthesiology, methods of regional anesthesia are being actively introduced into clinical practice. The use of regional anesthesia has significantly improved the quality of anesthetic management of surgical interventions, especially in traumatology and orthopedics. However, the issue of regional method security, including continuous methodic, is still being debated. Interscalene brachial plexus block access is among the regional blockades that cause the greatest concern and limit its use.

Keywords: Regional anesthesia, postoperative pain analgesia, arthroscopy.

Крылов Сергей Валерьевич

Врач анестезиолог-реаниматолог, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Ассистент, ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ doc087@inbox.ru

Пасечник Игорь Николаевич

Д.м.н., профессор, ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ

Капырина Мария Владимировна

К.м.н., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Аннотация. Вопросы безопасности пациентов во время выполнения хирургических вмешательств не теряют своей актуальности. В связи с развитием анестезиологии активно внедряются в клиническую практику методы регионарной анестезии. Использование регионарной анестезии значительно улучшило качество анестезиологического обеспечения оперативных вмешательств, особенно в травматологии-ортопедии. Однако вопрос безопасности регионарных методик, в том числе продленных, до сих пор дискутируется. К регионарным блокадам, вызывающим наибольшие опасения и ограничивающим ее использование, относится блокада плечевого сплетения межлестничным доступом.

Ключевые слова: Регионарная анестезия, послеоперационное обезболивание, артроскопия.

Введение

Повреждения плечевого сустава занимают лидирующее положение среди всех травм опорно-двигательной системы. В первую очередь это связано с анатомическим строением самого сустава. Однако кроме костных структур, формирующих сустав, в функциональном отношении значительную роль в выполнении целенаправленных движений играет связочный аппарат. Повреждения связочного аппарата плечевого сустава приводят к потере трудоспособности пациентов и высокой частоте инвалидизации [1, 13].

Появление и совершенствование современных инструментальных методов исследований, таких как компьютерная и магнитно-резонансная томография, позволяет выявлять тип и характер повреждения связочного аппарата плечевого сустава [2].

Развитие и внедрение в клиническую практику артроскопических методов оперативного лечения повреждений плечевого сустава позволило выполнять оперативные вмешательства с минимальной степенью травматизации тканей, улучшенными отдаленными результатами в сравнении с открытыми операциями, а так-

же позволило сократить сроки госпитализации пациентов в стационаре [12, 14].

Совершенствование анестезиологического обеспечения оперативных вмешательств является важным фактором положительного исхода лечения пациента. С изменением техники и методики выполнения операции меняются и требования, предъявляемые к анестезиологическому сопровождению данных оперативных вмешательств.

Одной из главных задач современной анестезиологии до сих пор остается вопрос обезболивания после оперативных вмешательств. Сама по себе боль является пусковым механизмом в развитии тяжелых осложнений со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной и центральной нервной систем. Особое место занимает вопрос формирования хронического болевого синдрома [6, 14].

За последние десятилетия в практической анестезиологии активно внедряются методы регионарной анестезии. Благодаря достижениям современной фармакологии и научно-техническому прогрессу использование данных методик стало возможным не только во время операции, но и в послеоперационном периоде [10].

Межлестничная блокада плечевого сплетения продемонстрировала высокий уровень эффективности для контроля уровня боли в артроскопической хирургии плеча. Данный метод регионарной анестезии в европейских странах является наиболее широко используемым методом послеоперационного обезболивания после операций на плечевом суставе [7, 11].

Продленная межлестничная блокада плечевого сплетения с установкой катетера становится все более популярным методом контроля уровня послеоперационной боли при хирургических операциях на плечевом суставе. Данная методика позволяет обеспечить адекватный уровень послеоперационного обезболивания, снизить количество назначаемых наркотических анальгетиков и тем самым уменьшить количество осложнений от их назначения [8].

При любой методике возможно развитие осложнений. При использовании межлестничной блокады это — синдром Горнера, охриплость голоса, пункция сосудов и повреждения нервов [9]. Наиболее серьезным и описанным осложнением является блокада диафрагмального нерва на стороне проведения блокады. По данным ряда авторов она возникает в 100% случаев. Возникновение данного осложнения ограничивает использование данной методики [15, 16].

Анализ возникновения осложнений от использования проводниковой анестезии и продленной проводниковой анальгезии плечевого сплетения межлестничным доступом побудило нас к проведению данного исследования.

Цель исследования

Оценка безопасности использования продленной проводниковой анальгезии плечевого сплетения межлестничным доступом при артроскопических операциях на плечевом суставе.

Материалы и методы

В исследование включено 30 пациентов, которым выполнялись плановые артроскопические операции в объеме: артроскопическая стабилизация плечевого сустава (n=16, 53%) и артроскопический шов ротаторной манжеты (n=14, 47%). Всем пациентам выполнялась однократная блокада плечевого сплетения межлестничным доступом с установкой катетера для продленной проводниковой анальгезии в послеоперационном периоде. Критерии включения пациентов в исследование: наличие письменного информированного согласия пациента на участие в проводимом исследовании; возраст пациентов от 20 до 55 лет; отсутствие противопоказаний к регионарной анестезии; способность пациента к адекватному сотрудничеству в процессе исследования. Критерии исключения пациентов из исследования: наличие коагулопатии; отказ пациента от регионарной анестезии.

Регионарную анестезию плечевого сплетения выполняли с использованием ультразвуковой навигации у всех пациентов. Использовался линейный ультразвуковой датчик с частотой 12 МГц. После обработки кожи раствором антисептика, в положении пациента на спине с повернутой в противоположную сторону от места блокады головой, на шее определяли магистральные сосуды, которые представлены в виде пульсирующей внутренней сонной артерией и сжимаемой внутренней яремной веной. После этого датчик смещался латеральнее до момента обнаружения передней и средней лестничных мышц. Между этими образованиями определяли стволы плечевого сплетения в межлестничном пространстве, представленные в виде гипоехогенные округлых структур, напоминающих «гроздь винограда». Затем 50-ти мм изолированной иглой для проводниковой анестезии (Stimulplex, Bbraun, Германия) по технологии in-plane (игла находится в поле ультразвукового луча) подводилась к стволам плечевого сплетения C6-C7. Перед введением местного анестетика проводилась обязательная аспирационная проба. Затем пациентам вводилось 10 мл 0,5% раствора ропивакаина (Наропин, AstraZeneca

Таблица 1. Осложнения от регионарной анестезии

Осложнение	n = 30
Синдром Горнера, n (%)	3 (10%)
Охриплость голоса, n (%)	1 (3%)
Пункция сосудов, n (%)	-
Повреждение нервов, n (%)	-
Дыхательные нарушения, n (%)	-
Общее количество, n (%)	4 (13%)

Таблица 2. Оценка функции дыхания

Показатель	Перед операцией	6 часов	12 часов	24 часа	48 часов
ЧДД, мин.	19,67±0,15	18,87±0,19	17,57±0,17	19,07±0,20	19,12±0,13
ЖЕЛ, мл	4482,5±45,2	4288,5±51,3	4184±38,4	4474,8±42,5	4475,9±40,7
ДО, мл	459,9±20,6	439,1±25,9	455,4±21,3	462,4±26	467,2±22,6
SpO ₂ , %	98,3±0,1	98,1±0,2	98,2±0,1	97,8±0,1	98,3±0,2

Таблица 3. Динамика показателей КЩС

Показатель	Перед операцией	6 часов	12 часов	24 часа	48 часов
pH	7,35 ± 0,04	7,33 ± 0,04	7,33 ± 0,06	7,32 ± 0,04	7,34 ± 0,05
BE	0,9 ± 0,06	0,7 ± 0,04	0,5 ± 0,06	0,6 ± 0,07	0,9 ± 0,08
pO ₂ , мм рт. ст.	103 ± 7,5	106 ± 5,5	106 ± 5,3	109 ± 6,5	111 ± 8,2
pCO ₂ , мм рт. ст.	36,8 ± 4,6	37,8 ± 3,6	37,1 ± 4,6	37,2 ± 3,6	37,8 ± 5,1

АВ, Швеция) и устанавливался катетер для послеоперационной анальгезии. Для послеоперационной анальгезии использовался 0,2% раствор ропивакаина (Наропин, AstraZeneca АВ, Швеция) с помощью эластомерной помпы с различными скоростями введения (2–10 мл/час). Катетер удалялся через 48 часов после операции.

В послеоперационном периоде оценивали количество осложнений от регионарной анестезии: синдром Горнера, охриплость голоса, пункция сосудов, появление неврологических осложнений. Особое внимание уделялось оценке возникновения блокады диафрагмального нерва. Используя метод спирометрии, выполняли определение основных показателей функции дыхания, таких как частота дыхательных движений, жизненная емкость легких, дыхательный объем, насыщение крови кислородом. Регистрация показателей осуществлялась перед операцией, далее через 6, 12, 24 и 48 часов.

Определение кислотно-щелочного состояния крови выполняли с помощью регистрации парциального давления кислорода (pO₂), углекислого газа (pCO₂), pH, буферных оснований (BE) в артериальной крови перед операцией, далее через 6, 12, 24 и 48 часов.

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью программы Statistica — 6 (StatSoft Inc., США). Мерой центральной тенденции было среднее арифметическое M, мерой рассеивания — среднее квадратичное отклонение σ и стандартная ошибка — m. Для определения достоверности использовался тест Стьюдента. Уровень достоверности признавался при ошибке p < 0,05.

Результаты и обсуждения

Количество осложнений от регионарной анестезии, возникших в ходе нашего исследования, продемонстрировано в таблице 1.

В нашем исследовании все регионарные блокады выполнялись с использованием ультразвука. Кроме того, использовались специальные атравматичные иглы и наборы для проводниковой анестезии. Все это позволило свести к минимуму процент осложнений при проведении регионарной анестезии.

Из наиболее частых осложнений от регионарной анестезии, которые возникли в ходе нашего исследования,

стоит отметить синдром Горнера и охриплость голоса. Синдром Горнера в послеоперационном периоде развился у 3 пациентов (10%), охриплость голоса отмечена у 1 пациента (3%). Данные осложнения не являются жизни-угрожающими и проходят самостоятельно. Однако стоит отметить, что пациент должен быть предупрежден о возможности развития данных осложнений в послеоперационном периоде.

Использование УЗИ-навигации и атравматических игл для проводниковой анестезии позволило в 100% случаев избежать таких серьезных осложнений, как повреждение нервов и кровеносных сосудов. Приведенные нами результаты совпадают с работой М.С. Синицина с соавторами, в которой приводятся данные о том, что использование УЗИ при выполнении регионарных блокад позволяет выполнять данные блокады с низким процентом осложнений [4].

В ходе нашего исследования особая роль отводилась анализу возможных осложнений со стороны дыхательной системы. В современной литературе приводятся данные, касающиеся высокой частоты развития дыхательных осложнений после проведения блокад плечевого сплетения межлестничным доступом. А. Vorgeat с соавторами свидетельствуют о весьма частом развитии односторонней блокады диафрагмального нерва при проведении межлестничной блокады. В результате многие авторы высказывают мнение о том, что использование межлестничной блокады плечевого сплетения ограничивается у пациентов с патологией сердечно-сосудистой и дыхательной систем [5Error: Reference source not found, 9].

Результаты оценки функции дыхания методом спирометрии представлены в таблице 2.

В результате проведенного нами исследования функции внешнего дыхания не отмечено достоверных различий при оценке таких показателей, как ЧДД, ДО, ЖЕЛ SpO₂, на всех этапах исследования ($p > 0,05$).

Динамика показателей КЩС отражена в таблице 3.

Кроме того, при оценке КЩС крови, как наиболее объективного показателя развития гипоксии и гипоксемии, нами также не отмечены какие-либо достоверные изменения во всех временных интервалах исследования ($p > 0,05$).

Из приведенных результатов оценки функции дыхания можно сделать вывод, что использование продленной регионарной анестезии плечевого сплетения межлестничным доступом не оказывает влияния на основные показатели работы дыхательной системы и газообмена что говорит о ее безопасности в вопросе возникновения блокады диафрагмального нерва. Мерой профилактики является использование УЗИ при выполнении блокады и выбор оптимального объема и концентрации местного анестетика. Полученные нами результаты по безопасности использования регионарной анестезии межлестничным доступом, в том числе продленной, совпадают с работами А.П. Царева с соавторами и Е.М. Thackeray et.al. [5, 16].

Заключение

Проведенное нами исследование доказывает безопасность использования регионарной анестезии плечевого сплетения межлестничным доступом при артроскопических операциях на плечевом суставе. Основными методами профилактики развития осложнений является использование ультразвука и выбор оптимального объема и концентрации вводимого местного анестетика при выполнении блокады. Развившиеся осложнения в виде синдрома Горнера и охриплости голоса не являются жизни-угрожающими и проходят самостоятельно. В результате анализа функции дыхания не отмечено данных о развитии блокады диафрагмального нерва и как следствие развития дыхательной недостаточности ни у одного пациента, что отражает безопасность использования предложенной методики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, В. Ю. Хирургическое лечение рецидивирующей нестабильности плечевого сустава / В. Ю. Васильев, В. В. Монастырев // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. — 2008. — № 4. — С. 104–105.
2. Мурашина, И. В. Значение магнитно-резонансной томографии в диагностике последствий повреждений плечевого сустава / И. В. Мурашина, Е. А. Егорова // Вестник рентгенологии и радиологии. — 2011. — № 3. — С. 22–26.
3. Овечкин, А. М. Послеоперационная боль: состояние проблемы и современные тенденции послеоперационного обезболивания. Регионарная анестезия и лечение острой боли. — 2015; 9(2): 29–39
4. Синицин, М. С. Использование ультразвукового исследования при выполнении блокады плечевого сплетения / Синицин М. С. [и др.] // Вестник Российской военно-медицинской академии. — 2010. — № 3. — С. 159–164.
5. Царев, А. П. Возможные осложнения регионарной анестезии при блокаде плечевого сплетения / А. П. Царев, А. Н. Тарасов, Е. Л. Куренков [и др.] // Вестник ЮУрГУ. — 2012–28. — С. 73–78.

6. Шень, Н. П. Выбор оптимального анестезиологического обеспечения при стационар-замещающих операциях в травматологии / Н. П. Шень, В. В. Логвиненко // Медицинская наука и образование Урала. — 2011. — № 3. — С. 125–126.
7. Aksua, R. Comparison of interscalene brachial plexus block and intra-articular local anesthetic administration on postoperative pain management in arthroscopic shoulder surgery / R. Aksua, C. Bicera, A. Ulgeya // Rev Bras Anesthesiol. — 2015. — Vol. 65, № 3. — P. 222–229.
8. Beecroft, C. L. Anesthesia for shoulder surgery / C. L. Beecroft, D. M. Coventry // Continuing Education in Anesthesia, Critical Care & Pain J. — 2008. — Vol. 8, № 6. — P. 193–198.
9. Borgeat, A. Mechanisms of neurologic complications with peripheral nerve blocks: Complications of Regional Anesthesia / A. Borgeat, S. Blumenthal, A. Hadzic. — Second ed. — New York, 2007. — 58 p
10. Fontana, C. Postoperative analgesia for arthroscopic shoulder surgery: a prospective randomized controlled study of intraarticular, subacromial injection, interscalenic brachial plexus block and intraarticular plus subacromial injection efficacy / C. Fontana, A. Di Donato, G. Di Giacomo [et al.] // Eur J Anaesthesiol. — 2009. — Vol. 26, № 8. — P. 689–693.
11. Hughes, M. S. Interscalene brachial plexus block for arthroscopic shoulder surgery: a systematic review / M. S. Hughes, M. J. Matava, R. W. Wright [et al.] // J Bone Joint Surg Am. — 2013. — Vol. 95. — P. 1318–1324
12. Johnson, L. L. Arthroscopy of the shoulder / L. L. Johnson // Orthop. Clin. North Am. — 1980. — Vol. 11, № 2. — P. 197–204.
13. Karels, C. H. Sickness absence in patients with arm, neck and shoulder complaints presenting in physical therapy practice: 6 months follow-up / C. H. Karels, S. M. Bierma-Zeinstra, A. P. Verhagen [et al.] // Man Ther. — 2010. — Vol. 15, № 5. — P. 476–481.
14. Largacha, M. Deficits in shoulder function and general health associated with sixteen common shoulder diagnoses; a study of 2674 patients / M. Largacha, I. M. Parsons, B. Campbell [et al.] // J. Shoulder Elbow Surg. — 2006. — Vol. 15, № 1. — P. 30–39.
15. Salviz, E. A. Continuous interscalene block in patients having outpatient rotator cuff repair surgery: a prospective randomized trial / E. A. Salviz, D. Xu, A. Frulla [et al.] // Anesth Analg. — 2013. — Vol. 117. — P. 1485–1492
16. Thackeray, E. M. Diaphragm function after interscalene brachial plexus block: A double-blind, randomized comparison of 0,25% and 0,125% bupivacaine / E. M. Thackeray, J. D. Swenson, M. C. Gertsch [et al.] // J Shoulder Elbow Surg. — 2013. — Vol. 22. — P. 381–386.

© Крылов Сергей Валерьевич (doc087@inbox.ru), Пасечник Игорь Николаевич, Капырина Мария Владимировна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ФГБУ ЦИТО им. Н.Н. Приорова

ГЕСТАЦИОННЫЙ САХАРНЫЙ ДИАБЕТ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Рафикова Диана Сергеевна

Башкирский государственный медицинский
университет, Уфа
79279672505@yandex.ru

GESTATIONAL DIABETES MELLITUS: CURRENT STATE OF THE PROBLEM

D. Rafikova

Summary. The article presents a review of literature data for the last 10 years on the problem of gestational diabetes mellitus (GDM). New data were obtained on the etiology, epidemiology, pathogenesis, clinic features and complications of this type of diabetes. The investigation sounded modern diagnostic criteria and rules for conducting basic tests according to the recommendations of the Russian consensus on gestational diabetes. The basic methods of treatment of this pathology — diet and insulin therapy — are also deeply studied.

Keywords: GDM, OGTT, gestational diabetes mellitus, complications of GDM, diabetic fetopathy, diet therapy.

Аннотация. В статье представлен обзор данных литературы за последние 10 лет по проблеме гестационного сахарного диабета (ГСД). Получены новые данные об этиологии, эпидемиологии, патогенезе, клинике и осложнениях этого типа диабета. В работе озвучены современные критерии диагностики и правила проведения основных тестов согласно рекомендациям Российского консенсуса по гестационному сахарному диабету. Глубоко изучены и основные методы лечения данной патологии — диетотерапия и инсулинотерапия.

Ключевые слова: ГСД, ПГТТ, гестационный сахарный диабет осложнения ГСД, диабетическая фетопатия, диетотерапия.

Первые упоминания о сахарном диабете, начинающемся после наступления беременности и прекращающемся после родоразрешения, относятся к 1882 году [1]. Сам термин «гестационный диабет» был введен гораздо позднее, в 1961 году группой американских исследователей под руководством Э. Р. Кэррингтона [2].

В настоящее время под гестационным диабетом понимают нарушения толерантности к глюкозе различной степени, впервые выявленные во время беременности [4]. Нарушения обмена глюкозы у беременных встречаются, по данным европейских авторов, в 3–10% наблюдений, причем на впервые выявленный во время беременности диабет приходится до 90% всех случаев, на II тип — около 8%, и оставшиеся 2–3% составляют симптоматические и диабет I типа [3]. Ввиду того, что в различных странах принято несколько дифференцированных протоколов тестов и интерпретации их результатов, становится практически невозможным сравнение результатов исследований [5]. К тому же, распространенность гестационного диабета широко варьирует между различными этническими популяциями. Согласно немногочисленным исследованиям, среди российских женщин, гестационный диабет развивается, в среднем, у 7% беременных женщин (от 1 до 14% в зависимости от диагностических методов) [6].

Несмотря на спорные моменты относительно распространенности гестационного сахарного диабета (здесь и далее ГСД) и дифференцированный подход к критериям диагноза, эта патология является одной из наиболее часто встречающейся среди обменных нарушений у беременных женщин.

Нормально протекающая беременность является сама по себе стрессовым фактором для эндокринной системы поджелудочной железы ввиду увеличения нагрузки на нее. С одной стороны, плод постоянно нуждается в энергетической поддержке в виде глюкозы, процесс подведения ее к плаценте приводит к повышенной нагрузке на материнские β -клетки островков Лангерганса, так как уровень глюкозы в организме матери снижается быстрее, чем в обычном состоянии, при параллельной стимуляции липолиза и, как следствие, образования кетоновых тел [7]. С другой стороны, с увеличением срока беременности возрастает порог чувствительности тканей материнского организма к инсулину как результат преобладания гормональных изменений контринсулярной направленности (прогестерона, кортизола, пролактина), примерно со второй половины беременности и до родов. Это вызывает относительную инсулинорезистентность в тканях организма беременной женщины и заставляет β -клетки островков Лангерганса компенсировать ее для поддержания уровня глюкозы в организ-

ме, вырабатывая повышенное количество инсулина, чем вызывают относительную гиперинсулинемию [8]. Помимо гормонального дисбаланса в организме беременной, физиологическую инсулинорезистентность можно объяснить и другими физиологическими изменениями в организме беременной.

На этом фоне любые дефекты синтеза, транспорта и взаимодействия инсулина с клетками смещают установившееся в системе мать-плацента-плод хрупкое равновесие в углеводном обмене в сторону повышения концентрации глюкозы, кетоновых тел и других продуктов активированного липолиза в плазме. Эти продукты, в свою очередь, имеют прямое отношение к развитию и степени диабетической фетопатии и других последствий диабета для матери и плода, которые будут рассмотрены ниже [8].

В рекомендациях ВОЗ [4], а также Российских рекомендациях от 2012 года, высокий риск развития ГСД следует предполагать при наличии у беременной женщины следующих отягощающих факторов: возрастная категория старше 30 лет, ожирение любой степени до беременности, этническая принадлежность к группе с высокой заболеваемостью сахарным диабетом, отягощенный семейный анамнез по диабету, предшествующая беременность, отягощенная ГСД, отягощенный акушерский анамнез, гипергликемия без привязки ко времени суток или натощак во время данной беременности, глюкозурия натощак более 1 раза в настоящее время [4].

С развитием молекулярной генетики все возрастает доказательная база существования генетических детерминант, отвечающих за развитие инсулинорезистентности в тканях. В настоящее время выделены следующие группы: гены секреции; гены, контролирующие синтез инсулина, гены белков-передатчиков сигнала от рецептора в клетку; гены регуляторов обменных процессов и другие. Это направление генетического картирования с целью выявления беременных с высоким риском развития ГСД, начиная с первого триместра, а в идеале на этапе планирования, только изучается, но, учитывая последствия данной патологии для плода, сравнимые с синдромом Дауна, имеет хорошие перспективы для дальнейшего развития [9].

С другой стороны, у некоторой части беременных к возникновению повышенного уровня глюкозы могут быть причастны антитела, вырабатывающиеся к клеткам островков Лангерганса, к антигенам лейкоцитов. Наличие таких антител чаще всего сопряжено с разрушением и уменьшением числа островковых клеток и истинным дефицитом инсулина, также как при сахарном диабете I типа, и характеризуется более тяжелым [15, 17].

Нередки в последнее время и ятрогенные причины ГСД, чаще всего возникающего на фоне приема кортикостероидов ввиду наличия сопутствующей патологии. Редко, но также встречается и ГСД на фоне приема токолитиков, что современные исследователи объясняют их активирующим влиянием на печеночный гликогенолиз.

Также существует ряд исследований, в том числе российских, по такому фактору, как беременность, наступившая в результате протокола экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) [11]. Показатели распространенности ГСД в этой группе значительно выше, чем средние в общей популяции беременных и составляют по разным данным до 12,6%. Основной диабетогенный фактор при проведении программы ЭКО — гиперэстрогения, как индуцированная эндогенная, так и ятрогенная из-за применения больших доз эстрогенов и агониста гонадотропного релизинг-гормона [11].

Итак, вне зависимости от причины, в результате несоответствия потребности тканей в инсулине и его панкреатической секреции возникают эпизоды гипергликемии, как правило, постпрандиальные. На фоне повышенного уровня глюкозы в плазме крови материнского организма, избыток глюкозы попадает в кровотоки плода и вызывает гипергликемию плода. После 9–12 недели гестации плод начинает вырабатывать собственный инсулин, и в ответ на постпрандиальную гипергликемию возникает периодическая гиперинсулинемия плода. В свою очередь, избыток инсулина в крови развивающегося организма приводит к повышенному откладыванию питательных веществ, ускорению роста и макросомии. На перевод избыточного поступления углеводов в жировые запасы требуют потребления определённого количества энергии, что приводит к снижению уровня кислорода в тканях плода. В ответ на гипоксию происходит активация надпочечников плода с выбросом катехоламинов, что имеет свои неблагоприятные эффекты — артериальную гипертензию, гипертрофию миокарда по гипертоническому типу, выделение эритропоэтина с повышением гематокрита и увеличением среднего объема эритроцитов у плода [12].

Полицитемия выявляется у 5–10% новорожденных от матерей, страдающих диабетом. Высокие значения гематокрита у новорожденных приводят к разрушению интимы сосудов, ухудшению кровообращения и гипербилирубинемии, причем тяжесть этих осложнений коррелирует с гликемическим профилем во время беременности [12]. Так, многоцентровое исследование НАРО показало, что любой уровень глюкозы натощак или после еды связан, в той или иной степени, с массо-ростовыми показателями ребенка при рождении [13]. Так, например, было доказано, что тщательный контроль гликемии и поддержание уровня глюкозы менее 6,6 ммоль/л по-

Таблица 1. Норма гликемии у беременных

Первичное обращение		
Глюкоза венозной плазмы	ммоль/л	мг/дл
Натощак	< 5,1	< 92
Проведение ПГТТ с 75 г глюкозы		
Глюкоза венозной плазмы	ммоль/л	мг/дл
Через 1 час	<10,0	<180
Через 2 часа	<8,5	<153

сле приема пищи приводит к макросомии у плода в 20% случаев. Если же постпрандиальный уровень глюкозы достигает 8,8 ммоль/л, то частота выявления данной фетопатии увеличивается до 35% [12].

Клинически ГСД может протекать бессимптомно либо со слабовыраженными симптомами. Поэтому ранее, до введения почти тотального скрининга беременных на толерантность к глюкозе, был диагностирован в большинстве случаев ретроспективно — после рождения ребенка с диабетической фетопатией, либо такой диагноз не фигурировал в анамнезе женщины совсем. Симптомы, характерные для ГСД, фактически не отличаются от таковых для других видов сахарного диабета — сухость слизистых, жажда, учащенное мочеиспускание, полидипсия, слабость, зуд, но проявляются они очень слабо, чаще после приема пищи, богатой легкоусвояемыми углеводами. С увеличением срока беременности выраженность симптомов обычно нарастает, в связи с физиологическими процессами, рассмотренными выше. В случае с наличием антител к островковым клеткам гипергликемия может достигать более высоких цифр и, соответственно, симптомы могут быть более выраженными.

Большинство исследователей приходят к выводу о том, что гестационный сахарный диабет ухудшает прогнозы течения и исхода беременности для матери и плода. Так, гиперинсулинемия плода, формирующаяся в ответ на гипергликемические эпизоды, вызывает, в первую очередь, избыточный непропорциональный рост — диабетической фетопатии, что предрасполагает таких детей к дистонии плечиков в родах (до 6,3%), переломам ключицы (19%), асфиксии различной степени (до 20%). При преждевременных родах дети от матерей с ГСД больше подвержены развитию респираторного дистресс-синдрома, желтухи новорожденных, гипокальциемии и полицитемии [5]. Самыми тяжелыми последствиями ГСД для плода являются антенатальная гибель и ранняя неонатальная смертность.

Со стороны женщины ГСД также может осложнять течение беременности. К таким осложнениям относится многоводие, как следствие полиурии плода, и, по раз-

ным данным, встречается примерно в 22% случаев. Чаще среди женщин с ГСД встречается и преэклампсия и эклампсия, спровоцированные выбросом плодом катехоламинов в ответ на гипоксию и гипергликемию (от 25 до 50% случаев) [6, 14, 15].

Также к осложнениям ГСД можно отнести тот факт, что роды чаще являются преждевременными и с более высокой частотой происходят путем кесарева сечения (до 18%) [5, 15]. Все исследователи сходятся во мнении, что как осложнения для плода и новорожденного, так и для матери, коррелируют со степенью компенсации течения диабета [10, 14].

К отдаленным осложнениям ГСД относится высокий риск развития диабета в течение последующей жизни после родов. О'Салливан с соавторами [16] показали, что почти у половины женщин, перенесших ГСД, в следующие 20 лет развивается сахарный диабет, прежде всего II типа, и у всех развивается ГСД в последующие беременности. Другие исследования подтвердили повышенный риск, величина которого варьирует в зависимости от распространенности диабета 2 типа среди населения.

Другими группами исследователей доказано, что ожирение и сахарный диабет у детей, рожденных матерями, страдающими ГСД, развиваются в несколько раз чаще [15, 17].

Критерии, взятые за основу О'Салливаном, и полученные в результате исследования были интересны, в основном, в плане прогнозирования развития диабета у матери в будущем. После международного исследования гипергликемии и неблагоприятных результатов беременности [13], проведенного в 2000–2006 году, многие страны, а в 2013 году и ВОЗ, приняли единые критерии определения и диагностики ГСД.

Международная ассоциация по изучению диабета у беременных (IADPSG) рекомендовала именно двухчасовой ПГТТ с 75 г глюкозы и системой единиц ммоль/л. При проведении этого теста распространенность ГСД составила примерно 16,1–18% от общего числа беременных женщин.

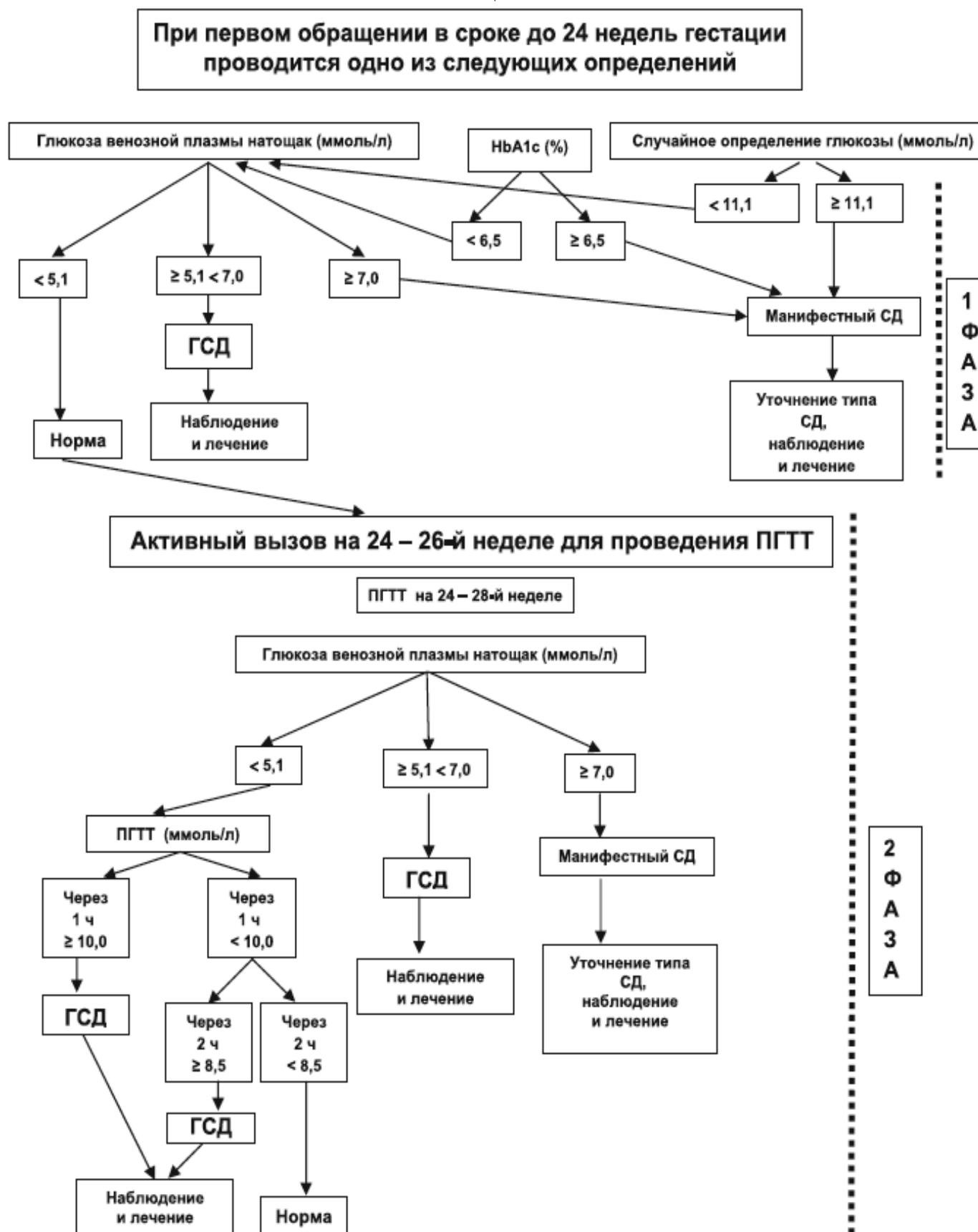


Рис. 1. Алгоритм действий по выявлению сахарного диабета при беременности.

Диагностические критерии ГСД, озвученные ВОЗ в 2013 году, и вошедшие в диагностический блок Российского консенсуса по ГСД в 2014 году, включают в себя обязательное измерение глюкозы венозной плазмы и имеют свои ключевые значения (Табл. 1).

С другой стороны, последние клинические рекомендации разграничивают два диагноза — ГСД и манифестный сахарный диабет. Для манифестного сахарного диабета критическими являются следующие показатели глюкозы венозной плазмы: натощак — более или равный 7 ммоль/л (126 мг/дл), вне зависимости от приема пищи — более 11,1 ммоль/л (200 мг/дл). Также критерием диагностики может выступать гликированный гемоглобин более 6,5%.

Диагноз ГСД выставляется при наличии следующих признаков:

- ♦ хотя бы одно отклонение уровня глюкозы венозной плазмы.
- ♦ при проведении ПГТТ достаточно хотя бы одного отклонения уровня глюкозы венозной плазмы из трех.

Согласно последним российским клиническим рекомендациям [14], исследования по выявлению нарушений углеводного обмена проводятся в обязательном порядке минимум дважды за беременность. При первом обращении беременной за медицинской помощью, вне зависимости от специальности врача, в сроке до 24 недель он обязан назначить одно из исследований — определение уровня глюкозы венозной плазмы, гликированного гемоглобина или рутинное биохимическое исследование (рисунок 1).

При обнаружении показателей, соответствующих манифестации сахарного диабета, женщина в неотложном порядке направляется к эндокринологу для уточнения типа диабета и назначения корректирующей терапии.

При выявлении глюкозы венозной плазмы, соответствующей ГСД, этот диагноз выставляется любым специалистом, необязательно эндокринологом, назначается диетотерапия и умеренная физическая активность, с дальнейшим контролем за гликемическим профилем и состоянием плода, с плановым посещением эндокринолога.

Вторым этапом, всем беременным без выявленных до этого срока нарушений углеводного обмена, в период с 24 по 28 неделю активно назначается проведение ПГТТ с 75 г глюкозы. Самым безопасным считается интервал между 24 и 26 неделями, но в исключительных случаях ПГТТ может проводиться вплоть до 32 недели [14,].

Полный алгоритм действий по диагностике ГСД приведен на рисунке 1. [18]

ПГТТ имеет ряд относительных и абсолютных противопоказаний, из-за чего может проводиться не всем беременным. К ним относятся:

- ♦ индивидуальная непереносимость глюкозы;
- ♦ выявление признаков манифестации сахарного диабета в любое время до или непосредственно во время теста;
- ♦ различные варианты нарушения всасывания глюкозы;
- ♦ рвота беременных различной степени тяжести;
- ♦ постельный режим;
- ♦ острое инфекционное заболевание.

Для интерпретации ПГТТ не требуется специальной консультации эндокринолога, он считается относительно безопасным нагрузочным диагностическим тестом для выявления нарушения углеводного обмена в сроке до 32 недель беременности [4, 14].

Результаты

интерпретирует врач общей практики, терапевт, акушер-гинеколог. К эндокринологу пациентка направляется при отсутствии эффекта от диетотерапии, при ухудшении самочувствия и появления признаков гипергликемии, сопутствующих заболеваниях эндокринной системы.

Первым и основным направлением наблюдения и лечения ГСД является диетотерапия с тщательным контролем гликемии, особенно постпрандиальной.

Основными целями соблюдения диеты при ГСД являются оптимальное питание плода и матери, нормогликемия матери, соблюдение баланса основных питательных веществ и сохранение семейных традиций в питании при составлении меню.

Также диетотерапия должна быть направлена на предупреждение отдаленных последствий ГСД в виде развития сахарного диабета II типа или ГСД во время следующих беременностей.

При составлении диеты важным показателем является недельная прибавка массы тела, которая ко II–III триместру должна составлять от 300 до 460 г в норме. Большая часть женщин с ГСД имеет этот показатель равным 900 г, и снижение его до 450 г в неделю нормализует гликемический профиль при сохранении сбалансированности питания. Женщины с ожирением могут совсем не набирать вес или даже терять в весе, но сохранять при этом нормальные показатели белкового

обмена, а исключение легкоусвояемых углеводов из рациона может даже приводить к задержке увеличения массы тела при беременности на 1–2 недели. Исследования белкового баланса показывают, что это является безопасным и кратковременным явлением, и коррекция диеты и исследование уровня кетоновых тел должно проводиться не ранее чем после 2 недель задержки прибавки массы.

По данным различных исследований, энергетическую ценность суточного рациона нужно рассчитывать, исходя из веса до беременности, возраста, роста, физической активности. Некоторые предлагают жесткую стратегию, некоторые — либеральную, но следует отметить, что любое ограничение суточного энергопотребления может приводить к кетонемии и ацидозу [10]. В среднем, снижение суточного потребления до 1600–1800 ккал является достаточно безопасным, но, из-за индивидуальных особенностей, в любом случае требует контроля над уровнем кетоновых тел. Главное и основное — это исключение легкоусвояемых углеводов и сохранение углеводов с низким гликемическим индексом, как основы рациона. Жиры, преимущественно полиненасыщенные, и белки должны составлять примерно по одной четвертой — пятой части суточной калорийности. При этом следует избегать длительных перерывов между приемами пищи и питаться дробно (стандартно — три основных приема и три перекуса), чтобы выровнять гликемический профиль в течение суток. Сахарозаменители при беременности абсолютно противопоказаны.

Инсулинотерапия может потребоваться женщинам, которые не могут поддерживать нормогликемию при помощи диеты и физических упражнений. Схемы при беременности примерно соответствуют таковым при других типах диабета [19].

После окончания беременности даже при нормализации уровня глюкозы в плазме крови женщине следует проводить обследование раз в год с сохранением приверженности к диете и физическим нагрузкам, а при выявлении нарушений толерантности к глюкозе — четырежды в год. Такая же диабетическая настроенность должна соблюдаться и в отношении ребенка, рожденного от матери с ГСД.

В заключение хотелось бы сказать, что, несмотря на значительные положительные изменения в стандартизации критериев диагностики, данные о распространенности ГСД до сих пор находятся в зависимости от географии проведения исследования. Диабетическая настроенность врачей акушеров-гинекологов, терапевтов, врачей общей практики до сих пор находится на невысоком уровне, несмотря на строгие стандарты обследования беременных при постановке на учет и при наблюдении в женских консультациях. При этом ГСД является социально-значимой патологией, как со стороны материнского здоровья, так и со стороны последствий для будущего ребенка, что требует дальнейшего углубленного изучения данной проблемы с точки зрения и эндокринологов, и акушеров-гинекологов, и других смежных специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Duncan JM. On puerperal diabetes. *Trans Obstet Soc Lond* 1882;24:256–85
2. Carrington ER, Shuman CR, Reardon HS. Evaluation of the prediabetic state during pregnancy. *Obstet Gynecol* 1957;9:664–9.
3. Kharroubi AT, Darwish HM. Diabetes mellitus: The epidemic of the century. *World J Diabetes*. 2015;6(6):850–867. <https://doi.org/10.4239/wjd.v6.i6.850>
4. Diagnostic criteria and classification of hyperglycaemia first detected in pregnancy. Geneva: World Health Organization; 2013 (WHO/NMH/MND/13.2; http://www.who.int/diabetes/publications/Hyperglycaemia_In_Pregnancy/en/)
5. Donald R. Coustan. Gestational Diabetes Mellitus. *Clinical Chemistry*, Vol.59, Issue 9, September 2013. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2013.203331>
6. Ф. Бурумкулова, В. Петрухин Гестационный сахарный диабет: эндокринологические и акушерские аспекты. *Журнал: Врач* 2012 № 9
7. Сухих Г.Т., Ванько Л. В. Иммунология беременности. М., 2003. С. 400–401
8. В.Е. Жорова, З. Ш. Манасова. Гестационный сахарный диабет: патогенез, особенности диагностики и лечения. *Журнал: Здоровье и образование в 21 веке*, 2015. Vol.17, № 4. С. 354–360
9. В. С. Пакин Молекулярно-генетические аспекты гестационного сахарного диабета. *Журнал: Проблемы эндокринологии*. 2017;63(3): 204–207 <https://doi.org/10.14341/probl2017633204-207>
10. Gestational Diabetes Mellitus *American Diabetes Association Diabetes Care* 2003 Jan; 26 (suppl 1): s103-s105. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.2007.S103>
11. Дедов И.И., Краснопольский В. И., Сухих Г. Т. Гестационный сахарный диабет: диагностика, лечение, послеродовое наблюдение // *Сахарный диабет*. 2012. № 2. С. 6–12.
12. Thomas R Moore, MD, Homko CJ, Sivan E, Nyirjesy P, Reece EA. The interrelationship between ethnicity and gestational diabetes in fetal macrosomia. *Diabetes Care*. 1995 Nov. 18(11):1442–5.
13. HAPO Study Cooperative Research Group. Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome (HAPO) Study: associations with neonatal anthropometrics. *Diabetes*. 2009;58(2):453–459. doi:10.2337/db08-1112
14. Гестационный сахарный диабет: диагностика, лечение, послеродовое наблюдение. Клинические рекомендации (протокол) Москва, 2014

15. Perinatal complications in women with gestational diabetes mellitus. Significance of a diagnosis early in pregnancy. Svare JA, Hansen BB, Mølsted-Pedersen L. Acta Obstet Gynecol Scand 2001; 80: 899–904. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0412.2001.801006.x>
16. O'Sullivan JB, Mahan CM. Criteria for the oral glucose tolerance test in pregnancy. Diabetes 1964;13:278–85.
17. Аржанова О.Н., Кветной И. М., Полякова В. О., Капустин Р. В., Рулёва А. В. Акушерские и патоморфологические особенности течения беременности у женщин с гестационным сахарным диабетом // Ж. акуш. и жен. болезн. 2011. № 3.
18. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / под ред. И. И. Дедова, М. В. Шестаковой. 6-е изд. 2013. С. 82
19. Dietary advice interventions in pregnancy for preventing gestational diabetes mellitus. Cochrane Systematic Review — Intervention Version published: 03 January 2017. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006674.pub3>

© Рафикова Диана Сергеевна (79279672505@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Уфа

МЕХАНИЗМЫ, РОЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ УЧЕТА ЭФФЕКТА СВИДЕТЕЛЯ В РАДИОБИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

MECHANISMS, ROLES AND POTENTIAL IN TAKING INTO ACCOUNT THE BYSTANDER EFFECT IN RADIOBIOLOGY AND MEDICINE

M. Smirnova

Summary. The review deals with the phenomenon which is displayed on the non-irradiated cells experiencing indirect radioactive forcing at the expense of signals and factors developed by the cells exposed to radiation, and which is referred to as the radiation-induced bystander effect. The paper presents the recent developments in understanding the mechanisms of the bystander effect origination and running, with the emphasis being put on the recent assumptions on the communicative role of biogenic photon radiation. This phenomenon exerts both positive and negative effect, with the negative effect dominating. To smooth out carcinogenesis under the radiation-induced bystander effect, a great number of studies are carried out at present into different medicines, hormones and antioxidants, as well as into stem cells as inductors in affected tissues recovery. In spite of the fact that the bystander effect is not taken into account in the radiation risks assessment, it is shown to play a significant role in the onset of second primary cancers after radiotherapy. This phenomenon is intensively studied for the last thirty years, but no clear understanding has been achieved by the present of all the mechanisms of the phenomenon and of the predictability of its consequences.

Keywords: radiation effects, bystander effect, second primary cancer, radiotherapy, radiation oncology, risk assessment.

Смирнова Мария Васильевна

*М.н.с., ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Мурманская область, Россия
zbe3do4et@mail.ru*

Аннотация. Обзор посвящен феномену, проявляющемуся на необлученных клетках, испытывающих опосредованное радиационное воздействие за счет сигналов и факторов, выделяемых облученными клетками, и называемым радиационно-индуцированным эффектом свидетеля. В статье рассматриваются последние достижения в познании механизмов возникновения и протекания эффекта свидетеля с акцентом на недавние предположения о коммуникационной роли биогенного фотонного излучения. Данное явление оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие, с преобладанием негативного влияния. Для нивелирования канцерогенеза при радиационно-индуцированном эффекте свидетеля сегодня проводится большое количество исследований различных лекарственных средств, гормонов и антиоксидантов, а также изучение стволовых клеток как индукторов восстановления пораженных тканей. Несмотря на то, что эффект свидетеля не учитывается при оценке радиационных рисков, показано, что он играет существенную роль при возникновении повторных опухолей, не связанных с первым раком (вторых опухолей) после радиотерапии. Этот феномен активно изучается последние 30 лет, однако до сих пор нет четкого понимания всех механизмов и прогнозируемости последствий данного явления.

Ключевые слова: радиационные эффекты radiation effects, эффект свидетеля bystander effect, вторая опухоль second cancer, радиотерапия radiotherapy, радиационная онкология radiation oncology, оценка риска risk assessment.

Введение

Начиная с 50-х годов 20 века, была принята классическая теория о биологических эффектах ионизирующего излучения, которая происходит из теории мишени, т.е. ДНК является прямой целью повреждения в результате воздействия ионизирующего излучения. Но в течение последних десятилетий наблюдается интерес к изучению так называемых не мишеных (нецелевых) эффектов, в том числе и радиационно-индуцированного эффекта свидетеля (ЭС), или, как

принято его название в иностранной литературе, radiation-induced bystander effect (RIBE) или bystander effect. Особенностью данного эффекта является радиационное воздействие на необлученные клетки, так или иначе контактирующих с облученными за счет секретуемых сигналов, провоцируя геномную нестабильность, хромосомные аберрации и апоптоз [1].

На данный момент нет общепринятой теории, которая бы описывала влияние ЭС на необлученные клетки и точно предсказывала бы возникновение тех или иных

радиационных эффектов. Проблема изучения механизмов ЭС и его влияния на риски проявления стохастических эффектов при облучении обсуждаются на самом высоком уровне, а материалы по данной проблеме представляются в докладах НКДАР ООН и в публикациях Европейской комиссии [2, 3].

Актуальность и значимость ЭС для радиационной медицины и фундаментальной радиобиологии в части познания механизмов влияния ионизирующего излучения на живые организмы и межклеточные взаимодействия, а также возможной переоценки рисков при облучении, трудно переоценить. В этой статье автор дает краткий обзор последних достижений в познании механизмов и влияния ЭС, подавлению его канцерогенного воздействия и связанной с этим оценки риска возникновения стохастических эффектов.

Механизмы ЭС

Несмотря на то, что механизмы ЭС в полной мере не изучены, представляется, что причиной возникновения данного эффекта является повреждение ДНК здоровых клеток за счет переноса канцерогенов, выделяемых облученными клетками. Радиационное повреждение ДНК, митохондрий и других клеточных структур приводит к выделению, окисленной ДНК, микроРНК, образованию реактивных форм кислорода (ROS) за счет радиолитического распада воды. В ответ на это лимфоциты и макрофаги выделяют различные провоспалительные и противовоспалительные цитокины, такие как IL-1, IL-6, IL-33, TNF α , TGF β и другие белково-пептидные сигнальные молекулы [4]. Цитокины переносятся к непораженным клеткам, где через активацию MAPKs и NF- κ B сигнальных путей вызывают увеличение экспрессии циклооксигеназы-2 (COX-2), индуцированной NO-синтазы и НАДФН-оксидазы, которые провоцируют образование ROS и реактивных форм азота (NO), вызывая вторичное воздействие ионизирующего излучения [1]. Особое значение в процессе переноса канцерогенов играют экзосомы, выступающие резервуарами для микроРНК, мРНК, белков и фрагментов ДНК [5]. Ключевую роль в канцерогенезе в клетках-свидетелях играет фермент COX-2, который участвует в синтезе простагландинов, в том числе и PGE2 [6]. Помимо регуляции ряда физиологических процессов PGE2 провоцирует развитие опухолей за счет стимулирования клеточной пролиферации с одновременным снижением апоптоза, а также индукции иммуносупрессии [7].

Важным моментом для действия ЭС является статус белка p53, поскольку от него зависит, какой профиль цитокинов будут секретировать облученные клетки. Например, при облучении клеток колоректальной карциномы с белком p53 дикого типа (p53+/+) выделяется в несколько раз больше IL-6 и IL-8, чем с нокаутом p53

(p53-/-). До недавнего времени считалось, что на клетки с p53 -/- не оказывается канцерогенное влияние, вызванное опосредованным действием ионизирующего облучения, однако последние исследования доказали обратное [8]. В клетках-реципиентах колоректальной карциномы с p53-/- наблюдалась повышенная по сравнению с клетками p53+/+ индукция микроядер и частота апоптоза, но более низкий уровень преждевременного клеточного старения. Подобные различия связаны с разной степенью активации фактора транскрипции NF- κ B, который участвует в передаче сигналов ЭС и является супрессором генов, активируемых p53 [9].

Выделяют два пути передачи сигналов ЭС: через щелевые контакты и путем секреции факторов во внеклеточную среду [10]. И если передача сигналов ЭС через щелевые контакты подразумевается только в соседние клетки, то вторым путём перенос химических сигналов возможен в отдаленные ткани и органы.

Первый путь был выявлен в опытах по обработке облученных альфа-частицами клеток первичных фибробластов линданом, который ингибирует щелевые контакты, в результате чего наблюдалось уменьшение количества клеток с остановкой деления в G1-фазе [11]. В тоже время циклический аденозинмонофосфат 8-Br-cAMP увеличивал количество клеток с остановкой клеточного цикла и выход радиационно-индуцированных микроядер. Через щелевые контакты главным образом обеспечивается перенос ROS, NO, продуктов перекисного окисления липидов, различных вторичных посредников (Ca²⁺, циклический АМФ) [10].

Второй путь заключается в передаче факторов, которые выделяют клетки в среду под воздействием радиации. Еще в первых работах указывается, что среда облученных низкими дозами альфа-частиц клеток, перенесенная необлученным клеткам, может приводить к увеличению сестринского хроматидного обмена в последних [12]. К факторам ЭС переносимым вторым путем относятся цитокины, ROS, NO, экзосомы [10].

Не исключено, что в механизмах передачи ЭС задействованы и физические факторы. В последние годы все больше проявляется интерес к изучению участия био-генного фотонного излучения в межклеточных взаимодействиях [13]. Данное излучение обнаружено еще в начале 20 века А. Г. Гурвичем и названо митогенетическим, поскольку оно стимулировало увеличение деления близлежащих неэкспонированных клеток. Фриц-Альберт Попп обнаружил спектр ультра — слабых фотонных излучений от 200 до 800 нм, которые испускают живые клетки. Важным вопросом является, как клетки распознают биофотоны на фоне существенно более интенсивной естественной освещенности. Согласно концепции

А. М. Кузина, малые дозы ионизирующего излучения вызывают возбуждение и ионизацию биополимеров, в результате которого происходит генерация когерентных фотонов, которые могут влиять на функциональную активность клеток [14]. Недавние исследования в этой области показывают, что клетки могут генерировать сами и воспринимать когерентное излучение [15]. Все регуляторные функции и роль в межклеточных взаимодействиях биогенного электромагнитного излучения еще только предстоит выяснить, но уже сегодня известно, что оно способно подавлять окислительное фосфорилирование за счет изменения активности комплекса I [16] и провоцировать выделение экзосом в клетках-свидетелях [17]. Исследования биофотонов как переносчиков ЭС встречается в литературе гораздо реже зачастую из-за проблем с воспроизводимостью результатов опытов и большим количеством лженаучных теорий в этой области. Часто при изучении радиационно-индуцированного биогенного излучения в качестве детекторов используются живые клетки и организмы. Смысл опытов сводится к облучению малыми дозами ионизирующей излучения биологического объекта-индуктора (семена, клетки дрожжей, клетки крови, растения и т.д.) с последующим анализом влияния облученного индуктора на необлученные детекторы, при этом исключается возможность химических, механических и электрических контактов. [14]. Помимо косвенного детектирования биологическими объектами проводится и прямая фиксация квантов света биогенного характера. Исследовательская группа, занимающаяся изучением радиационно-индуцированных нецелевых эффектов, из Университета МакМастера (Канада) зарегистрировала фотоны с длиной волны 340 нм, испускаемые культурой кератиноцитов кожи человека после облучения бета-частицами. Было предложено, что данное излучение может участвовать в межклеточных взаимодействиях при ЭС [15].

Роль ЭС в канцерогенезе

По-видимому, ЭС может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на результаты лучевой терапии. На сегодня положительные эффекты широко не освещены в литературе, однако некоторые ученые предполагают, что облученные клетки опухоли могут оказывать поражающее действие на необлученные опухолевые клетки за счет факторов ЭС [19]. Если эта теория верна, то открываются широкие перспективы по увеличению эффективности проведения радиотерапии при снижении дозовых нагрузок на пациентов.

Исследования показали, что ЭС может обладать радиопротекторными свойствами, когда проявляется "обратный" ЭС, заключающийся в том, что необлученные клетки оказывают защитное влияние на облученные. В подвергшихся воздействию ионизирующего излуче-

ния клетках меланомы при совместном культивировании с необлученными фибробластами отмечалось значительно более низкий уровень (до 50%) образования микроядер, частоты апоптоза и концентрации ROS по сравнению с контрольными образцами меланомы, инкубированными отдельно. Точные механизмы этого явления не известны, но выдвинуто предположение о том, что фибробласты в ответ на факторы, секретлируемые облученными клетками меланомы, выделяют собственные сигнальные молекулы, которые влияют на окислительно-восстановительные процессы, снижая уровни ROS в облученных клетках [20]. Подобный стимулирующий эффект характерен при малых дозах радиации, где главным образом и проявляется защитное действие ЭС (до 0.1–0.2 Гр), в то время как канцерогенное влияние наблюдается при более высоких дозах (от 0.5 Гр) [21]. Работы, направленные на поиск биохимической природы факторов протекторного свойства ЭС показали, что серотонин (5-гидрокситриптамин — 5-НТ) может играть активную роль в качестве сигнальной молекулы в зависимости от его концентрации и статуса необлученных клеток-реципиентов по белку p53. В некоторых работах отмечается отрицательное влияние серотонина, который усиливает эффект свидетеля. Серотонин, активируя рецепторы 5-НТ3 облученных клеток, открывает кальциевые каналы, увеличивая концентрацию цитозольного Ca²⁺ и вызывая секрецию сигнальных факторов ЭС [22]. В более поздних работах показано, что в клетках p53-/- в присутствии серотонина ЭС проявляет протекторные свойства. Так, в необлученных клетках колоректального рака p53-/- с добавлением серотонина (100 нг/мл) снижался уровень индукции микроядер. Однако с увеличением концентрации 5-НТ до 300 нг/мл защитный эффект не наблюдался [23]. Радиопротекторные свойства ЭС могут оказывать как отрицательное воздействие, например, снижать эффективность радиотерапии, так и помочь в понимании радиационной стойкости различных клеток и тканей, а также, при действии малых доз, участвовать в радиационном гормезисе.

Отрицательное влияние ЭС заключается в индукции цитогенетических повреждений, генетической нестабильности и увеличению выраженности лучевых реакций в здоровых клетках и тканях, что может привести к появлению злокачественных образований [24]. Пациенты, которые проходили лучевую терапию, подвергались повышенному риску повторного образования опухолей, не связанных с первым раком (вторые опухоли). Масштабные исследования D.J. Brenner с соавторами на основе данных, полученных из реестра программы SEER за 1973–1993 гг. показали, что пациенты с раком предстательной железы, проходившие лучевую терапию, имеют небольшой, но статистически значимый повышенный риск образования повторных опухолей, по сравнению с пациентами получавших оперативное

лечение [25]. При этом с увеличением длительности выживаемости больных, прошедших радиотерапию этот риск повышался: для пациентов с выживаемостью более 5 лет риск образования повторной опухоли был выше на 15%, более 10 лет на 34%. Наиболее распространенными из вторых опухолей являлись рак мочевого пузыря, легких и прямой кишки. Ключевым моментом в этом процессе является изменение метаболизма клеток вплоть до того, что образование свободных радикалов может продолжаться в течение нескольких лет после воздействия [4]. Для полноты картины и лучшего понимания рисков при лучевой терапии необходимо проведение большего количества клинических исследований влияния ЭС с формированием баз данных о пациентах и собранных образцов тканей. Важным моментом является разработка новых методик по оценке канцерогенных эффектов [26], что позволит улучшить воспроизводимость результатов исследований. Необходимо создание математических и компьютерных моделей, учитывающих множество факторов, таких как пол пациента [27], тип и пространственную структуру тканей, вид облучения [28].

На сегодняшний день пока невозможно предсказать какая из ролей будет преобладать в каждом случае ЭС, поскольку знаний в этой области еще недостаточно. Однако анализ литературы показывает, что преобладает отрицательное влияние ЭС.

Для минимизации негативных механизмов ведутся исследования, направленные на поиск и открытие потенциальных антиоксидантов и иммунных препаратов, подавляющие токсичность радиотерапии и отрицательное влияние ЭС на здоровые ткани. Изучаются радиопротекторные свойства каротиноида астаксантина, который в будущем, возможно, будет составляющей радиопротекторного комплекса [29]. Для облегчения последствий лучевой терапии рассматриваются свойства мелатонина и других противовоспалительных средств и ингибиторов СОХ-2 что показано в обзоре [30]. Проводятся исследования стволовых клеток показывающие, что мезенхимальные стволовые клетки костного мозга и эмбриональные стволовые клетки не имеют характерных для ЭС повреждений [31]. Эти особенности стволовых клеток могут быть полезными в терапии, обеспечивая регенерацию нормальных тканей, поврежденных облучением.

Перспективы учета ЭС при расчетах радиационных рисков

Вопрос о перспективах учета ЭС при определении вероятности проявления стохастических эффектов остается открытым. В публикациях МКРЗ-103 и в исследованиях А.Н. Котерова говорится о том, что вряд ли

этот феномен может быть важен в плане оценки радиационных рисков [21]. В докладе НКДР ООН за 2012 год приводится информация о том, что не прослеживаются причинно-следственные связи между нецелевыми и радиационными эффектами [2]. Однако, как было показано выше, имеются статистически достоверные данные об увеличении риска возникновения вторых опухолей у пациентов, прошедших лучевую терапию. В публикации НКДР ООН, которая вышла в 2009 году, приводится информация о необходимости учета ЭС и других не мишеных эффектов при расчете канцерогенных рисков [32]. С учетом малой изученности ЭС *in vivo*, противоречивостью результатов некоторых исследований [33] а также дифференцированным поведением клеток различных тканей при облучении [34], дальнейшие исследования и накопление статистических данных может привести, если и не к пересмотру понятий эффективной и эквивалентной дозы, то к введению дополнительных критериев радиационной безопасности на объектах использования атомной энергии и при медицинском облучении.

Заключение

Ионизирующее излучение используется во многих отраслях науки и техники. Быстрый прогресс в радиобиологии, радиомедицине и в изучении тонких взаимодействий между клетками и организмами обусловлен новым оборудованием и методиками, способными зарегистрировать малые и сверхмалые взаимодействия.

Прикладные исследования ЭС в большей степени зависят от исследований именно *in vivo*, которые впоследствии могут внести значительный вклад в эффективность проведения радиотерапии, позволят лучше понять механизмы и причины возникновения не только злокачественных опухолей, но и нераковых заболеваний, вызываемых ионизирующим излучением, такие как радиационно-индуцированные болезни сердца, поражения нервной системы, катаракта. Более тонкое и глубокое понимание процессов, происходящих в живых организмах под действием радиации, позволит нивелировать отрицательное действие ЭС, или уничтожать злокачественные опухоли с минимальными рисками для здоровья. Открытие участия биогенного излучения в межклеточных взаимодействиях может привести к новому пониманию опосредованного влияния ионизирующего излучения на живые организмы. Несмотря на то, что ЭС на сегодня не учитывается при расчете рисков канцерогенных эффектов, многие исследования последних лет показывают важность учета этого явления, по крайней мере, при выборе терапии онкобольных, а в будущем, возможно, и введении дополнительных критериев обеспечения радиационной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Najafi M., Fardid R., Hadadi G., Fardid M. The mechanisms of radiation-induced bystander effect. *J Biomed Phys Eng.* 2014;4(4):163–172.
2. United Nations. UNSCEAR2012. A white paper to guide the Scientific Committee's future programme of work. Biological mechanisms of radiation actions at low doses. New York: United Nations; 2012. 35 p. URL: http://www.unscear.org/docs/publications/2012/UNSCEAR_WP_2012.pdf (дата обращения 20.02.2019).
3. European commission. Radiation protection no 151. EU Scientific Seminar 2005 "Alpha-emitters: reliability of assessment of risk for radiation protection". Luxembourg: Directorate-General for Energy and Transport. Directorate H — Nuclear Energy. Unit H.4 — Radiation Protection; 2009. 57 p. URL: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/rp151.pdf> (дата обращения 20.02.2019).
4. Hei T.K., Zhou H., Ivanov V. N., Hong M., Lieberman H. B., Brenner D. J., et al. Mechanism of radiation-induced bystander effects: a unifying model. *J Pharm Pharmacol.* 2008;60(8):943–950. DOI: 10.1211/jpp.60.8.0001.
5. Yahyapour R., Motevaseli E., Rezaeyan A., Abdollahi H., Farhood B., Cheki M., et al. Mechanisms of radiation bystander and non-targeted effects: implications to radiation carcinogenesis and radiotherapy. *Current Radiopharmaceuticals.* 2018;11:34–45. DOI: 10.2174/1874471011666171229123130.
6. Wang T.J., Wu C. C., Chai Y., Lam R. K., Hamada N., Kakinuma S., et al. Induction of non-targeted stress responses in mammary tissues by heavy ions. *PLoS ONE.* 2015;10(8): e0136307. DOI: 10.1371/journal.pone.0136307.
7. Пальцев М.А., Киселев В. И., Муйжнек Е. Л. Молекулярные мишени в профилактике и лечении гиперплазии и рака предстательной железы. Москва: Димитрейд График Групп; 2009. 484 с.
8. Widel M., Lalik A., Krzywon A., Poleszczuk J., Fajarewicz K., Rzeszowska-Wolny J. The different radiation response and radiation-induced bystander effects in colorectal carcinoma cells differing in p53 Status. *Mutation Res.* 2015;778:61–70. DOI: 10.1016/j.mrfmmm.2015.06.003.
9. Клаан Н.К., Пронина Т. А., Акиншина Л. П., Решетникова В. В. Ядерный фактор каппа В (NF-κB) в качестве мишени для действия природных противоопухолевых соединений. *Российский биотерапевтический журнал.* 2014;13(1):3–8.
10. Pouget J-P., Georgakilas A. G., Ravanat J-L. Targeted and Off-Target (Bystander and Abscopal) Effects of Radiation Therapy: Redox Mechanisms and Risk/Benefit Analysis. *Antioxid. Redox Signal.* 2018;29(15):1–114. DOI: 10.1089/ars.2017.7267.
11. Shao C., Furusawa Y., Aoki M., Ando K. Role of gap junctional intercellular communication in radiation-induced bystander effects in human fibroblasts. *Radiat Res.* 2003;160(3):318–323. DOI: 10.1667/rr3044.
12. Lehnert B.E., Goodwin E. H. Extracellular factor(s) following exposure to alpha particles can cause sister chromatid exchanges in normal human cells. *Cancer Res.* 1997;57:2164–2171.
13. Mothersill C., Le M., Rusin A., Seymour C. Biophotons in radiobiology: inhibitors, communicators and reactors. *Radiation Protection Dosimetry.* 2019:1–6 DOI: 10.1093/rpd/ncy271.
14. Кузин А. М. Роль природного радиоактивного фона и вторичного биогеенного излучения в явлениях жизни. М.: Наука; 2002. 79 с.
15. Будаговский А.В., Будаговская О. Н., Будаговский И. А. Межклеточная коммуникация посредством когерентного излучения. *Фотоника.* 2016;3:148–163.
16. Le M., McNeill F.E., Seymour C. B., Rusin A., Diamond K., Rainbow A. J., et al. Modulation of oxidative phosphorylation (OXPHOS) by radiation-induced biophotons. *Environ. Res.* 2018;163:80–87. DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.027.
17. Le M., Fernandez-Palomo C., McNeill F.E., Seymour C. B., Rainbow A. J., Mothersill C. E. Exosomes are released by bystander cells exposed to radiation-induced biophoton signals: reconciling the mechanisms mediating the bystander effect. *PLoS One.* 2017;12(3): e0173685. DOI: 10.1371/journal.pone.0173685.
18. Ahmad S.B., McNeill F.E., Byun S. H., Prestwich W. V., Mothersill C., Seymour C., et al. Ultra-violet light emission from HPV-G cells irradiated with low let radiation from 90Y; consequences for radiation induced bystander effects. *Dose-Response.* 2014;11(4):498–516. DOI: 10.2203/dose-response.12–048.Ahmad.
19. Widel M. Radiation induced bystander effect: From in vitro studies to clinical application. *International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology.* 2016;5:1–17. DOI: 10.4236/ijmpcero.2016.51001.
20. Widel M., Przybyszewski W. M., Cieslar-Pobuda A., Saenko Y. V., Rzeszowska-Wolny J. Bystander normal human fibroblasts reduce damage response in radiation targeted cancer cells through intercellular ROS level modulation. *Mutation Res.* 2012;731:117–124. DOI: 10.1016/j.mrfmmm.2011.12.007.
21. Котеров А. Н. Перспективы учета «эффект свидетеля» при оценке радиационных рисков. *Медико-биологические проблемы жизнедеятельности.* 2011;1(5):7–19.
22. Mothersill C., Saroya R., Smith R. W., Singh H., Seymour C. B. Serum serotonin levels determine the magnitude and type of bystander effects in medium transfer experiments. *Radiat Res.* 2010;174(1):119–123. DOI:10.1667/RR2036.1.
23. Kalanxhi E., Dahle J. The role of serotonin and p53 status in the radiation-induced bystander effect. *Int. J. Radiat. Biol.* 2012;88(10):773–776. DOI: 10.3109/09553002.2012.711919.
24. Najafi M., Rezaeyan A., Salajegheh A. Bystander effect and second primary cancers following radiotherapy: what are its significances? *J. Med. Phys.* 2017;42(1):55–56. DOI: 10.4103/jmp.JMP_124_16.
25. Brenner D.J., Curtis R. E., Hall E. J., Ron E. Second malignancies in prostate carcinoma patients after radiotherapy compared with surgery. *Cancer.* 2000;88:398–406. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0142(2000115)88:2<398::AID-CNCR22>3.0.CO;2-V.
26. Морозик П.М., Моссэ И. Б., Мельнов С. Б., Морозик М. С., Сеймур К. Б., Мазерсилл К. Е. Генетические эффекты "байстэндер" факторов из сыворотки крови людей, облученных в результате аварии на ЧАЭС. *Радиационная биология. Радиоэкология.* 2011;51(1):76–80.
27. Koturbash I., Kutanzi K., Hendrickson K., Rodriguez-Juarez R., Kogosov D., Kovalchuk O. Radiation-induced bystander effects in vivo are sex specific. *Mutation Res.* 2008;642(1):28–36. DOI: 10.1016/j.mrfmmm.2008.04.002.
28. Mothersill C., Seymour C. B. Bystander and delayed effects after fractionated radiation exposure. *Radiation Res.* 2002;158:626–633. DOI: 10.1667/0033-7587(2002)158[0626:BADEAF]2.0.CO;2.

29. Kurinnyi D.A., Rushkovsky S. R., Demchenko O. M., Pilinska M. A. Peculiarities of modification by astaxanthin of radiation-induced damages in the genome of human blood lymphocytes exposed in vitro on different stages of the mitotic cycle. *Cytology and Genetics*. 2018;52(1):40–45. DOI: 10.3103/s0095452718010073.
30. Cheki M., Yahyapour R., Farhood B., Rezaeyan A., Shabeeb D., Amini P., et al. COX-2 in Radiotherapy: A Potential Target for Radioprotection and Radiosensitization. *Current Molecular Pharmacology*. 2018;11(3):173–183. DOI: 10.2174/1874467211666180219102520
31. Sokolov M.V., Neumann R. D. Radiation-induced bystander effects in cultured human stem cells. *PLoS ONE*. 2010;5: e14195. DOI: 10.1371/journal.pone.0014195.
32. United Nations. UNSCEAR2006. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex C. Non-targeted and delayed effects of exposure to ionizing radiation. New York: United Nations; 2009. 79 p. URL: http://www.unscear.org/docs/publications/2006/UNSCEAR_2006_Annex-C.pdf (дата обращения 20.02.2019).
33. Furlong H., Smith R., Wang J., Seymour C., Mothersill C., Howe O. Identification of key proteins in human epithelial cells responding to bystander signals from irradiated trout skin. *Dose-Response*. 2015;13(3):1–11. DOI: 10.1177/1559325815597669.
34. Smith R.W., Seymour C. B., Moccia R. D., Mothersill C. E. Irradiation of rainbow trout at early life stages results in trans-generational effects including the induction of a bystander effect in non-irradiated fish. *Environ. Res*. 2016;145:26–38. DOI: 10.1016/j.envres.2015.11.019.

© Смирнова Мария Васильевна (zbe3do4et@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



СОСТОЯНИЕ ПОЛОСТИ РТА И ПОТРЕБНОСТЬ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ У БОЛЬНЫХ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

THE ORAL HEALTH AND NEED FOR DENTAL CARE IN PATIENTS WITH DISEASES OF THE GASTROINTESTINAL TRACT

M. Thazaplizheva
A. Balkarov
A. Sheregov
S. Balkarova
L. Kardanova
D. Kaskulova

Summary. the High prevalence of dental diseases among people suffering from diseases of the gastrointestinal tract (GIT) dictate the need for continuous improvement of dental care to this contingent. The study of the oral cavity of 96 patients with gastrointestinal diseases who are on hospital treatment. High prevalence (100%) and intensity (21.1) of dental caries were revealed. Chronic generalized periodontitis was detected in 98.7% of the examined patients of varying severity. The need for prosthetics of the examined patients was 56.5%. 45.8% of patients need dental treatment.

Keywords: Diseases of the gastrointestinal tract, oral cavity, the need for dental care.

Тхазаплизева Марина Тулевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»
mar_tul25@mail.ru

Балкаров Анзор Олегович

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»
svetula190378@mail.ru

Шерегов Аслан Хасанович

Ординатор, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»
sheregov.aslan@yandex.ru;

Балкарова Светлана Александровна

Доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»

Карданова Лариса Владимировна

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»
kard-77@yandex.ru

Каскулова Диана Заурбековна

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»

Аннотация. Большая распространенность стоматологических заболеваний среди людей, страдающих заболеваниями желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) диктуют необходимость постоянного совершенствования стоматологической помощи данному контингенту. Проведено исследование полости рта 96 пациентов с заболеваниями ЖКТ, находящихся на стационарном лечении. Выявлена высокая распространенность (100%) и интенсивность (21,1) кариеса зубов. Хронический генерализованный пародонтит выявлен у 98,7% обследованных в различной степени тяжести. Потребность в протезировании обследованных пациентов составила 56,5%. В лечении зубов нуждаются 45,8% пациентов.

Ключевые слова: заболевания желудочно-кишечного тракта, полость рта, потребность в стоматологической помощи.

Значимой частью общего здоровья пациентов является здоровье полости рта. Проблемы взаимосвязи заболеваний внутренних органов со стоматологической патологией становятся все более актуальными. Внимание клиницистов все чаще привлекают вопросы влияния кариеса, заболеваний пародонта и слизистой оболочки полости рта на развитие и течение ряда обще-

соматических заболеваний, в том числе и заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Заболевания пародонта ассоциированы с многочисленными общесоматическими заболеваниями. Изменения слизистой оболочки полости рта могут являться первыми симптомами заболеваний органов пищева-

ния, сердечно-сосудистой системы, заболеваний крови, эндокринной системы и т.д. [2,4]. Иногда они становятся ранними проявлениями клинических признаков заболевания еще до того, как возникают его объективные симптомы, и вынуждают больных обратиться в первую очередь к стоматологу.

Заболевания ротовой полости могут приводить к вовлечению в патологический процесс другие органы и системы организма, а заболевания внутренних органов могут привести к поражению органов и тканей полости рта. Хронические одонтогенные инфекции могут изменить нормальную реактивность организма, осложнить течение основного заболевания или же дать толчок к развитию различных воспалительных процессов со стороны внутренних органов [1, 3].

В современной медицине изучению взаимосвязи кариеса зубов с заболеваниями внутренних органов и систем организма уделяется большое внимание. Заболевания желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) довольно часто сопровождаются изменениями в полости рта, что в значительной мере обусловлено морфофункциональным единством слизистой оболочки рта и всего пищеварительного тракта [5, 7].

Хронические заболевания ЖКТ (желудка, печени, поджелудочной железы и др.) сопровождаются дефицитом витаминов, минеральных веществ, белков, углеводов в организме, что приводит не только к развитию воспалительных и дистрофических изменений в тканях полости рта, но и к функциональным и органическим нарушениям в мягких и твердых тканях полости рта, а также нарушению функции жевательного аппарата [9]. Развитие сочетанных поражений ЖКТ усугубляет тяжесть патологии органов полости рта.

Наиболее распространенной и важной проблемой современной стоматологии является кариес зубов, представляющий собой не чисто местный патологический процесс, а поражение, тесно связанное с общим состоянием организма, его реактивностью, расстройствами питания. Потеря зубов приводит к выраженному угнетению секреции слюнных желёз, а также негативно влияет на желудочную секрецию с усугублением гастритических изменений. К примеру, наличие дефектов зубных рядов, приводит к увеличению частоты обострений гастрита в 1,8 раза [5, 6,8].

Исходя из этого, можно утверждать о тесной функциональной связи зубочелюстной системы и гастродуоденальной зоны.

Рассматривая существо вопроса становится совершенно очевидной значимость мероприятий, направлен-

ных на оздоровление полости рта. Санация полости рта устраняет не только непосредственно токсико-инфекционное влияние, но и очаги нервно-рефлекторного раздражения. Наряду с организацией плановой профилактической санации населения, огромное значение имеет санация больных поступающих на стационарное лечение. В настоящее время при направлении больных на стационарное лечение по поводу различных заболеваний уделяется недостаточное внимание состоянию зубочелюстной системы.

Таким образом, большая распространенность стоматологических заболеваний среди пациентов, страдающих патологией желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), диктует необходимость постоянного совершенствования стоматологической помощи данному контингенту. Организация и проведение плановой санации полости рта у больных с патологией ЖКТ является крайне необходимым мероприятием, подлежащим широкому внедрению в практику.

Цель работы

Изучение стоматологического статуса пациентов с заболеваниями ЖКТ, находившихся на стационарном лечении.

Материалы и методы

Для оценки состояния полости рта у пациентов с заболеваниями ЖКТ обследовано 96 человека, находившихся на стационарном лечении из них: 58 мужчин в возрасте от 19 до 75 лет и 38 женщины в возрасте от 24–67 лет с давностью заболевания от нескольких месяцев до 25 лет.

Всем больным проводили клинико-инструментальное обследование полости рта.

Интенсивность кариеса определялась с использованием индекса КПУ, который учитывает количество кариозных полостей — К, количество пломб — П (количество леченых зубов по поводу кариеса и его осложнений), а также количество удаленных зубов — У.

Для оценки состояния тканей пародонта определяли степень кровоточивости десен [Muhlemann, 1971]; глубину пародонтальных карманов (ВОЗ, 1989); патологическую подвижность зубов [Fleszar T.J. et al., 1980]. Проводили индексную оценку состояния тканей пародонта, используя упрощенный индекс гигиены по Грину — Вермильону (1965); папиллярно-маргинально-альвеолярный индекс (PMA) [Parma G., 1960]; пародонтальный индекс (ПИ), [Rüssel A., 1967];

Таблица 1. Показатели распространенности и интенсивности кариеса.

Кол-во	Распространенность кариеса	Интенсивность кариеса (КПУ)	К	П	У	ОС(осложнения кариеса)
общее	100%	21,1	3,55	5,15	13,55	4,1
м	100%	22,0	5,0	2,5	14,5	4,0
ж	100%	20,2	2,1	5,5	12,6	4,2

Оценка состояния слизистой оболочки полости рта производилась с применением визуального осмотра.

Классификация дефектов зубных рядов проводилась по Е. И. Гаврилову (1968).

Результаты исследования

Результаты исследования показали высокую распространенность и интенсивность кариеса среди исследуемого контингента. Распространенность кариеса составила 100%, а интенсивность кариеса по индексу КПУ в среднем составила 21,1. При этом, интенсивность кариеса среди лиц мужского пола несколько выше, чем среди женского и составила 22,0 и 20,2 соответственно. Необходимо отметить, что в структуре КПУ основное место занимает элемент «У» (удаленные зубы), который составил в среднем 13,55, (мужчины — 14,5 и женщины 12,6). Элемент «П» (зубы, леченые по поводу кариеса и его осложнений) у лиц мужского пола составил 2,5, что в два раза меньше чем у лиц женского пола- 5,5. Элемент «К» в среднем выявлен на уровне 3,55: 5,0 — у мужчин и значительно ниже у женщин — 2,1 (табл. 1).

Осложнения кариеса в структуре КПУ составили 4,1, в том числе у мужчин и женщин 4,0 и 4,2 соответственно. Кариозные полости выявлены у 44 человек, что указывает на необходимость проведения лечения у 45,8% от общего числа обследованных лиц.

Все обследованные имеют дефекты зубных рядов и нуждаются в протезировании различными ортопедическими конструкциями. Одно- и двусторонние концевые дефекты наблюдались у 25 (26,0%) пациентов, 28(29,2%) пациентов, участвовавших в исследовании, имели включенные дефекты боковых отделов с одной или с обеих сторон, у 11(11,5%) наблюдалась полная потеря зубов только на верхней челюсти, одиночно стоящие зубы на одной или обеих челюстях обнаружены у 21

(21,9%) пациентов и полная потеря зубов на обеих челюстях у 11 человек, что составило 11,4%.

Различными конструкциями протезов были протезированы 73,7% обследованных лиц, а у 13,3% обследованных выявлена нуждаемость в первичном протезировании.

При осмотре обращалось внимание на состояние имеющихся протезов. У 43,2% пациентов определялись некачественно изготовленные, не отвечающие требованиям, или пришедшие в негодность ортопедические конструкции, что требовало повторного протезирования. Таким образом, в протезировании нуждалось 56,5% обследованных лиц.

В результате исследования установлено, что частой патологией органов и тканей ротовой полости при хронических заболеваниях ЖКТ, которые диагностированы нами у всех пациентов (ЯБ желудка и двенадцатиперстной кишки, неспецифический язвенный колит, цирроз печени, хронический холецистит, хронический панкреатит) являются воспалительные заболевания пародонта. Надо отметить, что у пациентов с перечисленными заболеваниями ЖКТ генерализованный пародонтит выявлен в 98,7% случаев. Хронический пародонтит средней степени тяжести выявлен у 43,1% обследованных и у 56,9% — хронический пародонтит тяжелой степени тяжести. Характер клинических проявлений при заболеваниях пародонта тесно связан с активностью фонового заболевания пищеварительной системы.

Стоматологическая патология также была представлена заболеваниями слизистой оболочки полости рта. Хронический рецидивирующий афтозный стоматит обнаружен у 15% пациентов, десквамативный глоссит у 12,2%. У пациентов пользующихся съемными пластинчатыми протезами выявлен протезный стоматит (5,2%), что проявлялось в виде катаральных явлений

(гиперемия, отек), гиперпластических процессов (папилломатоз).

Выводы

1. Отмечается высокий уровень распространенности (100%) и интенсивности кариеса (21,5) у исследуемого контингента. Заболевания пародонта выявлены у 98,7% обследованных.
2. В лечении зубов нуждаются 45,8% пациентов.
3. Нуждаемость в протезировании различными ортопедическими конструкциями пациентов составляет 56,5%.

Профилактику стоматологических заболеваний у больных с патологией желудочно-кишечного тракта необходимо проводить с учетом факторов риска развития стоматологических заболеваний, а также с целью снижения риска осложнений основного заболевания.

Своевременная и качественная санация полости рта больных с патологией желудочно-кишечного тракта — мероприятие, способствующее не только оздоровлению полости рта, но являющееся важным звеном в эффективности лечебных мероприятий и прогнозе хронических заболеваний не только патологии ЖКТ, но и организма в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова, И. В. Клиника, диагностика и лечение заболеваний слизистой оболочки рта и губ / И. В. Анисимова, В. Б. Недосенко, Л. М. Ломиашвили. — М.: Медицина, 2008. — 194 с.
2. Бавыкина, Т. Ю. Полость рта — зеркало заболеваний внутренних органов / Т. Ю. Бавыкина, О. А. Ефремова // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. — 2011. — № 10 (105). — Вып. 14. — С. 236–237.
3. Банченко, Г. В. Сочетанные заболевания слизистой оболочки полости рта и внутренних органов. — М.: Медицина, 1979. — 688 с.
4. Горяева Ю. А. Изменения полости рта и лицевого черепа при патологии внутренних органов / под ред. Ю. А. Горяева. — Иркутск, 2005. — 20 с.
5. Дедеян С. А. Изменения в полости рта при заболеваниях внутренних органов // Фельдшер и акушерка. 2012. — № 3. — С. 31–34.
6. Златкина А. Р. Внекишечные проявления воспалительных заболеваний кишечника // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2017. — № 6. — С. 58–63.
7. Цимбалитов А. В., Робакидзе Н. С. Клинико-иммунологические аспекты развития стоматологической патологии у больных с хроническими воспалительными заболеваниями кишечника // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. — 2011. — Т. 15, № 16–1(111). — С. 114–118.
8. Циммерман Я. С. Язвенная болезнь: критический анализ современного состояния проблемы // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2018. — 149(1). С. 80–89.
9. Электронный портал «Функциональная гастроэнтерология»: <http://www.gastroscan.ru/>.

© Тхазаплижева Марина Тулевна (mar_tul25@mail.ru), Балкаров Анзор Олегович (svetula190378@mail.ru),
Шерегов Аслан Хасанович (sheregov.aslan@yandex.ru), Балкарова Светлана Александровна,
Карданова Лариса Владимировна (kard-77@yandex.ru), Каскулова Диана Заурбековна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМЫХ СОСТОЯНИЙ БАЛОЧНО-КАРКАСНЫХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ С ОПОРОЙ НА ДЕНТАЛЬНЫЕ ИМПЛАНТАТЫ ПРИ ПОЛНОМ ОТСУТСТВИИ ЗУБОВ

Хафизов Ирек Раисович

Преподаватель, «Казанский (Приволжский)
федеральный университет»
khafizovirek@mail.ru

**ASSESSMENT OF STRESS-STRAIN
STATES OF THE GIRDER-FRAME
ORTHOPEDIC STRUCTURES BASED
ON DENTAL IMPLANTS
IN THE COMPLETE ABSENCE OF TEETH**

I. Khafizov

Summary. In the modern practice of the dentist, there is a large arsenal of materials and various methods of prosthetic dentistry, even in their absence. One of the types of prosthetics is the use of beam-frame semi-removable prostheses based on dental implants. However, when considering this type of structure, there is an acute problem of determining objective criteria for selecting and evaluating the functioning of these systems. In this paper, the possibilities of using modern programs of reverse engineering and finite element analysis are considered. The methods of application of these techniques in everyday dental prosthetic practice, contributing to the transition of traditional methods of manufacturing to digital technology are given.

Keywords: multicomponent prostheses, dental implants, criteria for the selection of structures, an objective prediction of functioning, CAD/CAM.

Аннотация. В современной практике врача-стоматолога имеется большой арсенал материалов и различных способов протезирования зубов даже при их полном отсутствии. Одним из видов протезирования является использование балочно-каркасных условно-съёмных протезов с опорой на дентальные имплантаты. Однако при рассмотрении такого вида конструкций, остро стоит проблема определения объективных критериев выбора и оценки функционирования данных систем. В данной работе рассмотрены возможности использования современных программ обратного проектирования и конечно-элементного анализа. Приведены способы применения данных методик в повседневной зубопротезной практике, способствующие переходу традиционных методов изготовления к цифровым технологиям.

Ключевые слова: многокомпонентные протезы, дентальные имплантаты, критерии выбора конструкций, объективный прогноз функционирования, КАД/КАМ.

Введение

В настоящее время потребность в протезировании и восстановлении зубных рядов остается высоким, достигая максимальных значений в возрастной категории 50–60 лет. Большое количество населения нуждается в качественном ортопедическом лечении. Существует множество способов восстановления зубных рядов при частичной или же полной потере зубов [1]. В последнее время использование дентальных имплантатов позволило намного расширить возможности протезирования при полном отсутствии зубов с точки зрения выбора тех или иных видов конструкций. Использование дентальных имплантатов в качестве удерживающих или опорных элементов балочно-каркасных условно-съёмных протезов стало востребованным методом лечения полного отсутствия зубов, став хорошей альтернативой традиционным пластиночным полным съёмным протезам, имеющим свои недостатки [2]. С раз-

витием дентальной имплантологии появляются новые способы установки дентальных имплантатов и способов подготовки полости рта к данным операциям, при малоблагоприятных условиях, дефиците или атрофии костной ткани [3,4]. Протезирование с использованием многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты имеет свои нюансы. В первую очередь такие протезы имеют многокомпонентное строение и большое количество составных частей, которые представляют собой биотехнические и функциональные системы, в которых одним из главных компонентов является первичная балка [5]. Данные конструкции достаточно сложны в изготовлении, требуют точного исполнения всех деталей, пассивного соединения компонентов друг с другом и ненапряженного наложения на сами дентальные имплантаты. Протезирование данными конструкциями является методом выбора и зависит от многих факторов. Не только от исходной анатомической ситуации, но и от таких па-

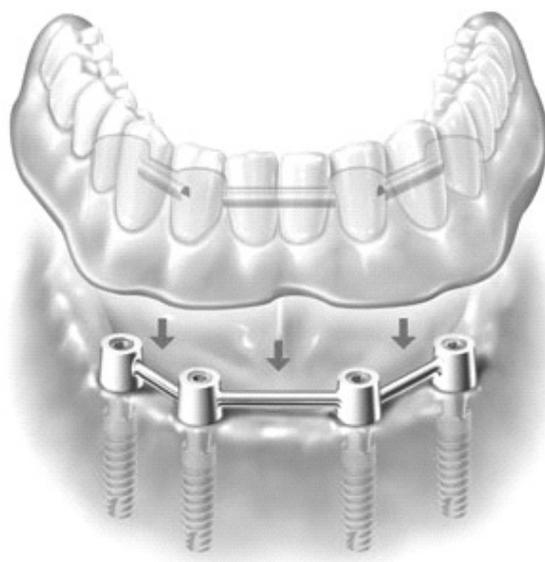


Рис. 1. Структурная схема многокомпонентной балочно-каркасной ортопедической конструкции с опорой на дентальные имплантаты.



Рис. 2. Трехмерная модель первичной балки и вторичного каркаса на дентальных имплантатах: А-вид спереди, Б-вид сзади.

раметров как размеры первичной балки, форма балки, свойств конструкционных материалов, из которых будет исполнена первичная балка и многих других [6]. В связи с этим возникает необходимость в оценке и объективном прогнозе функционирования таких систем. Для понимания механизмов распределения напряжений в балочных системах требуется проведение исследований напряженно-деформируемых состояний, как одного из критериев оценки для адекватного выбора представленных конструкций [7].

Цель исследования

Провести анализ напряженно-деформируемых состояний первичной балки многокомпонентных балоч-

но-каркасных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах, как несущей структуры протеза.

Материалы и методы

Исследование проводили в условиях зуботехнической лаборатории с использованием первичной балки многокомпонентной балочно-каркасной ортопедической конструкции с опорой на дентальные имплантаты. На (рис. 1.) представлена структурная схема данной конструкции. В костную ткань устанавливаются дентальные имплантаты, на которые в свою очередь фиксируется первичная балка с помощью винтов, с первичной балкой соединяется вторичный каркас посредством различных замков, ригелей, фрикционных штифтов или других эле-

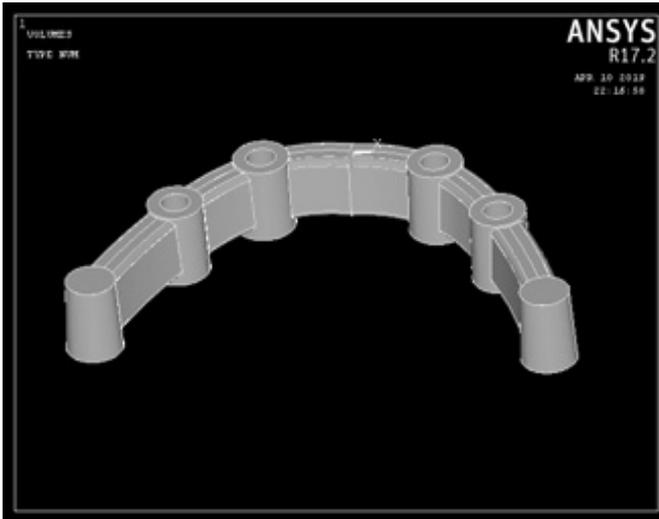


Рис. 3. Параметрическая модель первичной балки.

ментов, на вторичном каркасе устанавливается искусственный базис с искусственными зубами.

Для проведения эксперимента была отлита модель с 4 установленными дентальными имплантатами в переднем отделе альвеолярной части нижней челюсти. Далее смоделирована первичная балка, с учетом всех условий и заданных параметров. Затем смоделированная балка была отсканирована с помощью CAD/CAM системы и получена трехмерная модель (рис. 2. А, Б).

3-Д модель изучалась в компьютерной программе. На трехмерной модели визуализировались все поверхности и биотехнические составляющие данной конструкции. После этого данный тип файла, содержащий 3-Д модель, был совмещен с программой конечно-элементного анализа ANSYS и на основе полученных данных конструкции разработана параметрическая модель балки для изучения напряженно-деформируемых состояний, которые могут возникнуть в первичной балке как несущей части протеза (рис. 3.).

В качестве конструкционного материала первичной балки был принят кобальт-хромовый сплав (КХС). Модуль упругости данного материала равен 250 Гпа, предел прочности составляет 850 Мпа. Температура плавления 1458оС. Благодаря хорошим литейным и антикоррозийным свойствам сплав широко используется в ортопедической стоматологии для каркасов литых коронок, мостовидных и дуговых (бюгельных) протезов, съемных протезов с литыми базисами. Нагрузка на балку при жевательных воздействиях принималась в 398 кг. В работе принято, что нагрузка на балку действует равномерно.

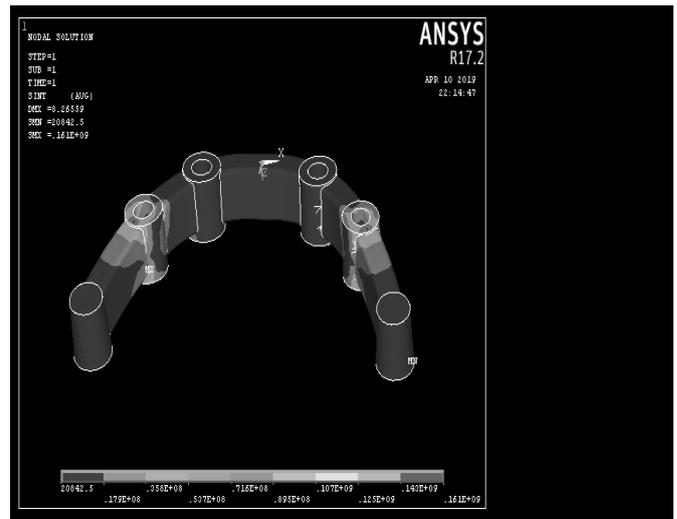


Рис. 4. Диаграмма интенсивности напряжений

Результаты исследования

Были проведены численные расчеты для исследования напряженно- деформируемого состояния первичной балки с опорой на 4 дентальных имплантата с использованием КХС. На (рис. 4.) приведена картина распределения интенсивности напряжений балки, изготовленной из кобальт-хромового сплава (КХС). Согласно цветной шкале красным цветом характеризуется максимальные напряжения в первичной балке.

В результате проведенного исследования спроектированной балки при использовании материала КХС, интенсивность максимальных напряжений равно 0.161e9, а предельное значение f составляло 0,29 (рис. 4.), что соответствует по шкале красному цвету. Максимальная концентрация напряжений возникает у основания консольных частей балки. Полученные в исследовании результаты показали, что использование данного вида конструкции из сплава КХС допустимо, и концентрация напряжения не приведет к повреждению конструкции, однако для ее снижения имеет смысл укоротить консольные части конструкции либо увеличить толщину балки в этой области, если это не будет нарушать анатомический, функциональный и эстетический оптимум.

Заключение

Методика оценки напряженно-деформируемых состояний балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты при полном отсутствии зубов показала высокую целесообразность использования при планировании и выборе в качестве протезов данных систем. Данная методика Примеча-

тельна своей простотой и удобством в практическом применении. Она может быть использована в любой зуботехнической лаборатории при традиционном способе моделирования первичного каркаса балки, за счет применения способа обратного проектирования и совмещения его с программами конечно-элементного анализа, что знаменует собой переход к современным цифровым

технологиям. Адекватный выбор конструкции и материалов балки протеза с опорой на дентальные имплантаты, позволит создавать индивидуализированные ортопедические конструкции, которые обеспечат минимальный уровень интенсивности напряжений в опорных тканях, и будут являться результатом долговременного функционирования таких систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубникович С. П., Грищенко А. С. Психологический профиль стоматологических пациентов при протезировании традиционными полными съемными протезами и съемными протезами с опорой на дентальные имплантаты // Стоматолог. Минск. 2019. № 1 (32). С. 71–76.
2. Миргазизов М. З., Хафизов Р. Г., Миргазизов Р. М. Зубной имплантат и способ его установки // патент на изобретение RU2135118 18.04.1996
3. Хафизов Р. Г., Миргазизов М. З., Гюнтер В. Э., Хафизова Ф. А., Житко А. К., Хафизов И. Р., Мирагазизов Р. М. Плетеная никелидтитановая мембрана с памятью формы для направленной тканевой регенерации // патент на полезную модель RU117087 10.01.2012
4. Миргазизов М. З., Миргазизов Р. М., Хафизова Ф. А., Хафизов Р. Г., Хайруллин Ф. А., Гюнтер В. Э., Цыплаков Д. Э., Козлова А. К. Метод глубокого травления // Патент на изобретение RU2464646 15.04.2009
5. Миргазизов М. З., Миргазизов А. М., Миргазизов Р. М. Биотехнические и функциональные системы на дентальных имплантатах // В сборнике: Современная Стоматология Сборник научных трудов, посвященный 125-летию основателя кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессора Исаака Михайловича Оксмана. 2017. С. 10–19.
6. Рубникович С. П., Агиевцев А. Д. Протезирование пациентов съемными протезами с опорой на дентальные имплантаты с использованием цифровых технологий // Стоматолог. Минск. 2019. № 1 (32). С. 60–65.
7. Неспрядько В. П., Черных Н. С., Григоренко А. Я., Тормохов Н. Н. Математическое моделирование частичного съемного протезирования с использованием замкового крепления // Молодой ученый. 2014. № 3 (62). С. 215–222.

© Хафизов Ирек Раисович (khafizovirek@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Казанский (Приволжский) федеральный университет

ОТТИСКНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

IMPRESSION MATERIALS IN PROSTHERIC DENTISTRY

H. Homidov

Summary. It is impossible to imagine the manufacture of any orthopedic construction without the use of impression materials. Quite a number of requirements are imposed on modern impression materials [1; 8; 9]: hydrophilicity, thixotropy, biocompatibility, ability to recover the volume after deformation, dimensional stability, and ease of operation. In work 3 main groups of impression materials are considered: firm; thermoplastic (thermoplastics); elastic (elastomers).

Keywords: prints, solid impression materials, thermoplastic prints, thermoplastics, elastic prints, elastomers, prosthetic dentistry.

Хомидов Хокимджон Мустафоевич

*Первый Санкт-Петербургский Государственный
Университет имени академика Ивана Петровича
Павлова, г. Санкт-Петербург
hakim959@mail.ru*

Аннотация. Современная ортопедическая стоматология практически не существует без оттисковых материалов. К оттисковым материалам предъявляют ряд требований [1,8,9]: гидрофильность, тиксотропность, биосовместимость, способность к восстановлению объема после деформации, размерную стабильность, удобство в работе. В работе рассмотрены 3 основные группы оттисковых материалов: твердые; термопластические (термопласты); эластические (эластомеры).

Ключевые слова: оттиски, твердые оттисковые материалы, термопластические оттиски, термопласты, эластические оттиски, эластомеры, ортопедическая стоматология.

Современная ортопедическая стоматология практически не существует без оттисковых материалов. Несмотря на наличие большого количества оттисковых материалов, до сих пор остается актуальным поиск новых материалов, совершенствование уже существующих. При этом важно создать материалы с требуемыми свойствами, характеристиками. Оттиск является важным звеном в ортопедической стоматологии, поскольку, по сути, он выступает в качестве важного связующего звена между врачом и техником, изготавливающим зубной протез. Задача врача состоит в том, чтобы правильно выбрать материал, и получить качественный снимок, отражающий все особенности ротовой полости пациента. Затем, по данному оттиску техник планирует изготовление протеза [4].

К оттисковым материалам предъявляют ряд требований. В частности, они должны в точности передавать рельеф поверхности того зуба, который является опорным. Также необходимо передать свойства мягких тканей, соседних зубов, противоположных зубов. При этом при выборе оттискового материала необходимо учитывать специфику конструкции протеза, степень податливости слизистой оболочки, основные ее характеристики, состояние десневой бороздки [2; 4; 6; 7; 8; 9].

В качестве основных критериев, определяющих выбор оттискового материала, выступают такие его свойства, как возможность передавать размер и профиль протезного ложа без изменений. Важными характеристиками качественного оттискового материала являются и такие свойства, как гидрофильность, тиксотропность,

биосовместимость, способность к восстановлению прежнего объема после деформации, размерную стабильность. Также материал должен быть удобным в работе [1,8,9].

Тем не менее, единого универсального материала, который подходил бы под все клинические случаи, не существует [4]. Это обусловлено тем, что все основные свойства, предъявляемые к оттисковым материалам, не могут сочетаться в одном материале. Все зависит от тех компонентов материала, которые входят в его состав, а также от химической природы вещества. Важную роль играет состояние материала после отверждения. В зависимости от основных свойств, можно выделить три группы оттисковых материалов [3; 10]:

- ◆ твердые;
- ◆ термопластические (термопласты);
- ◆ эластические (эластомеры).

Рассмотрим каждую группу в отдельности.

Твердые материалы представлены кристаллизующимися и цинк-оксидэвгенольными материалами.

Ранее кристаллизующие материалы широко применялись в качестве оттискового материала, однако в настоящее время его применяют в основном как материал для получения моделей.

Цинк-оксидэвгенольные материалы впервые были использованы в стоматологических целях в 1887 году. Они были впервые созданы на основе окиси цинка

и гвоздичного масла. Находят широкое применение в клинической стоматологии, позволяют получить точные оттиски беззубых челюстей. Они могут применяться и в том случае, если присутствуют незначительные поднутрения, и в случае отсутствия поднутрений. При помощи данного вида материалов получают как компрессионные, так и декомпрессионные оттиски. Отличительной чертой данных материалов является высокий клинический эффект. Они применяются преимущественно при снятии оттисков с беззубых челюстей, а также при значительной атрофии альвеолярных отростков. Данную группу материалов можно охарактеризовать как материалы с самой малой усадкой. Показатель линейной усадки составляет 0,1–0,15% после 24-часовой экспозиции. Характеризуются хорошей оттискной способностью, высокой эффективностью. Способны воспроизвести желобок до 0,025 мм. Прочность также довольно высока. При необходимости, сверху на оттиск (после его затвердения), можно нанести пасту свежего замеса. Такая паста будет хорошо соединяться с первоначальным слоем материала [3].

Термопластические материалы представляют собой материалы, которые размягчаются и затвердевают при смене температурных показателей. Они размягчаются при температуре 50–70 °С. Отверждение происходит при температуре, характерной для ротовой полости человека, либо при комнатной температуре. Показатель линейной усадки составляет 0,3–0,8%. Объемные изменения находятся в пределах 1,38–2,29%. Максимальной точности оттиска и постоянства размеров можно достичь при условии соблюдения основных принципов работы с данным материалом.

Эластические материалы (эластомеры) — наиболее многочисленная группа оттискных материалов, которая нашла наиболее широкое применение в ортопедической стоматологии. Эта группа включает материалы, различные как по химическому составу, так и по физическим, механическим свойствам. Характерной чертой является то, что при вулканизации данная группа материалов приобретает упругие свойства, становится эластической.

В группу эластических материалов входят гидроколлоидные оттискные материалы, альгинатные материалы, силиконовые и полиэфирные материалы.

Гидроколлоидные материалы также называют так, поскольку в их состав входят агар-агар и вод. Также в состав могут входить модифицирующие добавки, которые определенным образом способны менять структуру и свойства материалов. Характерной чертой является то, что агар не растворяется в холодной воде, но может растворяться в горячей воде. При этом образуется плотный

гель, который начинает таять при температуре 80–85 °С. Застывает агар-агар при температуре 37,2–42,2 °С. При застывании образуется пластичный гель. Температура, при которой агар-агар застывает, определяется степенью чистоты агар-агара. Повторно нагревать и охлаждать гель не рекомендуется, поскольку его свойства теряются. Для того, чтобы получить качественный оттиск, необходимо строго соблюдать условия и режим разогрева материала [10].

Альгинатные оттискные материалы находят широкое применение в стоматологической практике. Достоинства данных материалов состоят в том, что они обладают высокой пластичностью, хорошо воспроизводят микрорельеф тканей ротовой полости. Они довольно эластичны и структурированы, быстро возвращаются в исходное положение после деформации. Также они достаточно просты, с ними легко работать, их легко подвергать дезинфекции.

К недостаткам альгинатных материалов можно отнести то, что они резко изменяют размеры во времени. Показатель линейной усадки уже в течение часа достигает 1,5%. Это указывает на то, что производить отливку гипсовой модели по полученному оттиску необходимо в первые 15–20 минут. В основе такой быстрой усадки материала лежит синерезис. Альгинатные материалы отличаются высокой степенью эластичности, высокой прочностью. Для них характерна высокая степень восстановления после сжатия и изгиба. Однако после деформации сжатия существенно меняются и деформационные свойства, что указывает на необходимость извлечения оттиска из ротовой полости в максимально короткие сроки. При наличии поднутрений размер оттиска искажается намного меньше [9; 10].

Силиконовые материалы для снятия оттисков также довольно распространены. Они отличаются минимальной усадкой, высокой точностью в отражении рельефа тканей. Также характерной чертой является высокая механическая прочность, эластичность, отсутствие деформаций, возможность выбора показателя вязкости.

Для данной группы материалов характерно постоянство размеров, а также низкая усадка, высокая эластичность, минимальные показатели остаточной деформации. Они довольно быстро возвращаются в исходное положение, отличаются высокой прочностью на разрыв. Время отверждения составляет 4–6 минуты [7].

Полиэфирные оттискные материалы относятся к группе эластомеров. Это довольно перспективная группа материалов. В состав входит основная паста и отвердитель. Отличаются высокой устойчивостью к деформации. Формируется жесткий оттиск. Нужно отметить,

что их необходимо хранить в сухом месте, поскольку они легко поглощают влагу, и могут вспучиваться. Хорошо отображают рельеф протезного ложа [4].

С целью повышения адгезии и механической прочности протеза, препарированного зуба, защиты пульпы, используется специальный состав. Полиэфирные оттискные материалы были модифицированы с добавлением гидроксида кальция, эфира и этилового спирта,

поливинилпирролидона, шеллак. Эти вещества рассматриваются как полимерная основа. Также в материалы добавляется диоксидин, обеспечивающий бактерицидные свойства. Роль основного наполнителя принадлежит аэросилу [5].

Разнообразие встречающихся клинических ситуаций диктует необходимость дифференцированного подхода к выбору материала [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Э. Г. Сравнительные характеристики оттискных масс / Э. Г. Агаджанян // Современная стоматология. — 2007. -№ 4. — С. 133–137.
2. Вагнер В. Д. Точный оттиск — точная модель — точный протез / Вагнер В. Д., Чекунов О. В. // Вопросы стоматологического образования: юбил. сб. науч. трудов. — М.-Краснодар, 2003. — С. 128–131.
3. Василенко А. В. Сравнительная характеристика физикомеханических свойств силиконовых оттискных материалов / А. В. Василенко // Образование, наука и практика в стоматологии: II Всерос. науч.-практ. конф.: сб. трудов. — М., 2005. — С. 43–44.
4. Емгахов В. С. Пути уменьшения недостатков протезирования металлокерамическими конструкциями зубных протезов: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.00.21 / Санкт-Петербургский мед. ин-т. — Санкт-Петербург, 1994. — 13 с.
5. Емгахов В. С. Состав для покрытия препарированного зуба: патент на изобретение № 4865697/14 // Бюллетень № 29 (71).
6. Жулев Е. Н. Материаловедение в ортопедической стоматологии: учеб. пособие / Е. Н. Жулев. — Нижний Новгород, 1997. -136 с.
7. Каламкаргов Х. А. Ортопедическое лечение с применением металлокерамических протезов / Х. А. Каламкаргов. — М., 1996. -175 с.
8. Лебеденко И.Ю., Каливрадзиян Э. С., Ибрагимова Т. И. Руководство по ортопедической стоматологии. Протезирование при полном отсутствии зубов. — М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2005. — 400 с.
9. Манулик М. В. Характеристика усадки эластомерных материалов, применяемых для получения двойных оттисков / М. В. Манулик // Труды молодых ученых: сб. науч. работ. — Минск, 2000. — С. 180–183.
10. Моторкина Т. В. Критерии выбора оптимального оттискного материала при лечении больных цельнолитыми несъемными и комбинированными протезами: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Волгоград, 1999. — 129 с.

© Хомидов Хокимджон Мустафоевич (hakim959@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый Санкт-Петербургский Государственный Университет имени академика Ивана Петровича Павлова

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abanin V. — Ryazan Guards Higher Airborne Command School
vlad-ac@mail.ru

Alekseeva L. — Doctor of medical Sciences, associate Professor, Buryat state University, Ulan - Ude, Russia
l.alekseeva09@mail.ru

Alhatim Ali — Graduate student, Moscow, Peoples' Friendship University of Russia
alialhatem@mail.ru

Andreeva Y. — Candidate of biological Sciences, Kuban state University
usb_work@list.ru

Andryukhin A. — Ph.D., associate professor, MIREA - Russian Technological University (Moscow)
pr1110@list.ru

Anzorov V. — Doctor of biology, Professor, Chechen state university, Grozny
vaha-anzorov@mail.ru

Ataev A. — Dagestan State Medical University
drataev57@mail.ru

Ataev E. — Russian National Research Medical University named N.I. Pirogov
elddar833@yandex.ru

Balkarov A. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Kabardino-Balkar state University After H. M. Berbekova"
svetula190378@mail.ru

Balkarova S. — Assistant Professor, Kabardino-Balkar state University. After H. M. Berbekov

Bazina K. — FSBEI HE "National Research Mordovia State University. N.P. Ogareva"
bazina.98@mail.ru

Belov M. — Candidate of Technical Sciences, assistant professor, Dubna State University
belov@uni-dubna.ru

Bogomolov V. — Ph.D., assistant professor, Kazan National Research Technological University
vladbogomolov72@mail.ru

Drakin A. — Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Bryansk State Technical University
ada108@yandex.ru

Galimova E. — Assistant of St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
galim81@mail.ru

Grachev N. — Ph. D., professor, MIREA - Russian Technological University (Moscow)
nngachev@mail.ru

Gruzdeva L. — Candidate of technical sciences, associate professor, Russian University of transport (RUT - MIIT), Moscow
docentglm@gmail.com

Gubar T. — Post-graduate student, Buryat state University, Ulan - Ude, Russia
gtk71@mail.ru

Hanfar Adam — Postgrad. (PhD) Student, Samara University
Khanfar.adam@gmail.com

Homidov H. — Saint-Petersburg, First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg State Medical University I.P. Pavlov)
hakim959@mail.ru

Hossein Nadjari — Postgrad. (PhD) Student, assistant, Samara University
hosseinnadjari@gmali.com

Hossein Safaa Muhammad Ridha Hossein — Postgrad. (PhD) Student, Samara University; Teacher, University of Karbala, Karbala, Iraq
safaa_m333@yahoo.com

Kallaev N. — Dagestan State Medical University
nazhmudin_K@mail.ru

Kapyrina M. — Candidate of Medical Sciences, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after NN Priorov, Ministry of Health of the Russian Federation

Kardanova L. — Candidate of medical Sciences, assistant, Kabardino-Balkar state University After H. M. Berbekov»
kard-77@yandex.ru

Kaskulova D. — Kabardino-Balkar state University After H. M. Berbekov

Kazakov M. — Doctor of technical Sciences, Professor, Gzhel State University
vokazak.m@gmail.com

Khafizov I. — Lecturer, Kazan (Volga region) Federal University
khafizovirek@mail.ru

Klimov K. — Specialist in information security of telecommunications systems, «Kaspersky Lab JSC»
kirik-klim@mail.ru

Kolosunin I. — FSBEI HE "National Research Mordovia State University. N.P. Ogareva"
kolosunin_ivan@mail.ru

Kontsevovoy A. — Military Academy of the General Staff of the Ministry of Defense of the Russian Federation
vagsh@mail.ru

Kozlov S. — Doctor of Medical Sciences, professor, FSBEI HE "National Research Mordovia State University. N.P. Ogareva"
kozlovs14@yandex.ru

Kresamova A. — Kuban state University
anya.kresamova@mail.ru

Krylov S. — Anesthesiologist-resuscitator of the NN Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Russian Federation; Assistant of the Federal State Budgetary Educational Institution "Central State Medical Academy" UD of the President of the Russian Federation
doc087@inbox.ru

Kutovoy S. — Ryazan Guards Higher Airborne Command School
kutovoyss@mail.ru

Lupanov P. — Postgraduate, Dubna State University
lupanov@uni-dubna.ru

Maqaramov A. — Dagestan State Medical University
abdulla-maqaramov@yandex.ru

Maqomedov S. — Dagestan State Medical University
shamil-doc76@yandex.ru

Matveichuk Irina Alekseevna — Postgrad. (PhD) Student, Samara University
irina.vasileva.14@mail.ru

Minzov A. — Doctor of technical Sciences, Professor, Dubna State University
9083083@rambler.ru

Mirsoev N. — Dagestan State Medical University

Moryakina S. — Candidate of Biology, Associate professor, Chechen state university, Grozny
s.moriakina@yandex.ru

Ossiala Venceslas Bel Amour — Postgrad. (PhD) Student, Samara University
ossialav@gmail.com

Pasechnik I. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Central State Medical Academy of the Presidential Directorate

Pavlov A. — FGBOU VO «MIREA - Rossiiskii tekhnologicheskii universitet»
epifan.captain@mail.ru

Pervuhin I. — Ph.D., main electronics, Kazan National Research Technological University
pervuhin@kstu.ru

Polyanichko M. — Candidate of technical Sciences, associate Professor of PGUPS, St. Petersburg
polyanichko@pgups.ru

Rafikova D. — Bashkir state medical University, Ufa
79279672505@yandex.ru

Rodin O. — FSBEI HE "National Research Mordovia State University. N.P. Ogareva"
rodin2oleg@gmail.com

Rostov A. — Candidate of medical Sciences, chief physician, Limited liability Company "Center of medical legal consulting "Rubicon"
a_rostov@mail.ru

Rostov A. — The General Director, Limited liability Company "Center of medical legal consulting "Rubicon"
ar-rostov@yandex.ru

Scherbo E. — Senior researcher, Research center of armored vehicles, Kubinka, Moscow region, Russia
francuz_76@list.ru

Seleznyova A. — Russian University of transport
alina.selezneva.96@mail.ru

Sergeeva V. — Candidate of biological Sciences, Kuban state University
salvia500@yandex.ru

Serpik V. — Senior lecturer of the East Siberian Institute of the interior Ministry, Irkutsk
pantsui@mail.ru

Shchukin A. — FGBOU VO «MIREA - Rossiiskii tekhnologicheskii universitet»
56732168@mail.ru

Sheregov A. — Resident, Kabardino-Balkar state University After H. M. Berbekov»
sheregov.aslan@yandex.ru

Shkolin A. — Researcher, Bryansk State Technical University
uxe@yandex.ru

Smirnova M. — Federal Research Centre "Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences", Apatity, Murmansk region, Russia
zbe3do4et@mail.ru

Smirnov V. — MIREA - Russian Technological University (Moscow)
cmp18@ya.ru

Sturov V. — MD., Professor, Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Novosibirsk National Research State University", Novosibirsk, Russia

Thazaplizheva M. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Kabardino-Balkar state University After H. M. Berbekov»
mar_tul25@mail.ru

Tokareva N. — Postgraduate, Dubna State University
tokareva@uni-dubna.ru

Yudin I. — Volgograd State Technical University
yudin_123@mail.ru

Yudin O. — Volgograd State Technical University

Zavidov S. — Doctor of technical Sciences, associate Professor, Research center of armored vehicles, Kubinka, Moscow region, Russia
francuz_76@list.ru

Zhulev E. — Doctor of medical Sciences, Professor, Volga research medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation
hrustalev54@mail.ru

Zotin V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Bryansk State Technical University
v.f.zotin@gmail.com

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).

