

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№12 2021 (ДЕКАБРЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

Главный редактор
А.В. Царегородцев
Выпускающий редактор
Ю.Б. Миндлин

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) 142 8681
E-mail: redaktor@nauteh.ru
<http://www.nauteh-journal.ru>

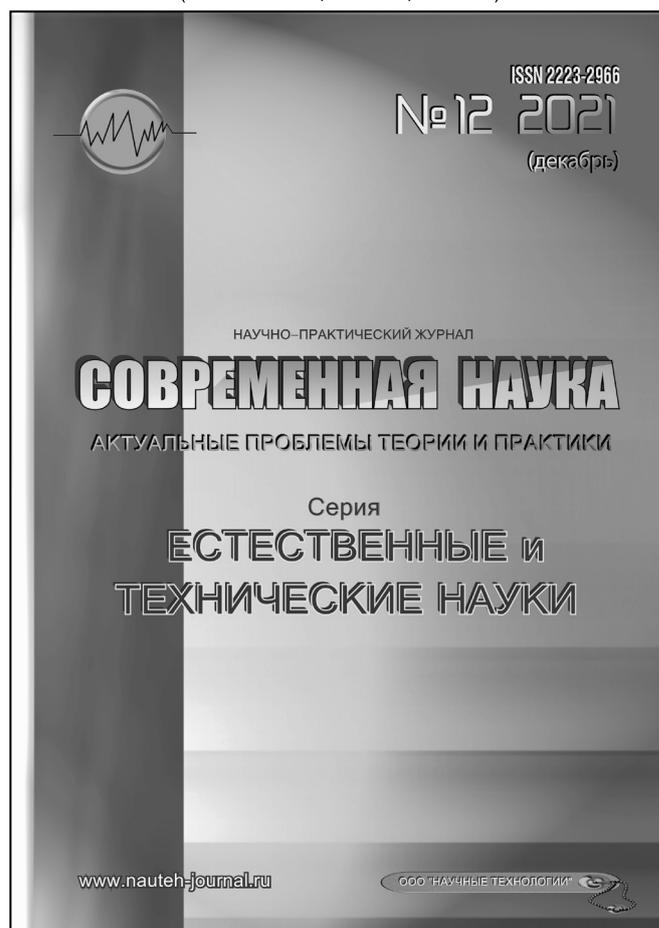
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 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 25.12.2021 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., с.н.с., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Бугеро Н.В., Ильина Н.А. — Генотипический фон *Staphylococcus aureus* при симбиотическом взаимодействии с протистами *Blastocystis spp*

Bugero N., Ilyina N. — Genotypical background of *Staphylococcus aureus* in symbiotic interaction with *Blastocystis spp*7

Захаров Н.Е., Золотникова Г.П., Кургуз Р.В., Кондрашова И.Н. — Изучение показателей здоровья и адаптации учащихся профессиональных образовательных организаций в условиях воздействия неблагоприятных экологических факторов

Zakharov N., Zolotnikova G., Kurguz R., Kondrashova I. — Study of health indicators and adaptation of students of professional educational organizations under the influence of adverse environmental factors... 13

Кулясова О.А., Касторнова М.Г. — Изменение радиационного режима и состава травяного яруса сосновых культур при смыкании крон древостоя

Kulyasova O., Kastornova M. — Change in the radiation regime and composition of the herbal layer of pine crops at the closing of the crown of the tree 17

Малько С.В., Доровской В.А., Семенова А.Ю., Доровская И.Д. — Оптимизация структуры сети станций экологического мониторинга

Malko S., Dorovskoy V., Semenova A., Dorovskaya I. — Optimization of the network structure of environmental monitoring stations 23

Минияров Ф.Т., Яицкий А.С. — Пути повышения биоразнообразия членистоногих для защиты растений в различных агроэкосистемах

Miniyarov F., Yaitsky A. — Ways to increase arthropod biodiversity for plant protection in various agroecosystems 32

Минияров Ф.Т., Павлов С.И., Яицкий А.С. — Оценка эффективности искусственного корма из насекомых при выращивании кокциnellид, используемых для биологической защиты растений в различных агроэкосистемах

Miniyarov F., Pavlov S., Yaitsky A. — Efficiency of an artificial feed mixture from insects at cultivation *Coccinellidae* used for biological plant protection in various agroecosystems 36

Нейматова У.В., Гусейнова Г.И., Мурадова С.М., Мамедова П.М. — Микробиологическая и энзимологическая конверсия растительных отходов с лигноцеллюлозной структурой

Neimatova U., Huseynova G., Muradova S., Mamedova P. — Microbiological and enzymological conversion of plant waste with a lignocellulose structure..... 44

Информатика, вычислительная техника и управление

Азаров В.Г., Чуприна М.В. — Метрики ситуационной аналитики в платформах веб, видео и Wi-Fi

Azarov V., Chuprina M. — Metrics situational analytysty in the web, video and Wi-Fi platforms 48

Аль-дулаими Омар Хатем Заидан — Базы данных в структуре программно-аппаратного комплекса, посредством которого выполняется управление системы «умный дом»

Al-Dulaimi Omar Hatem Zaidan — Databases in the structure of the software and hardware complex through which the “smart house” system is controlled..... 54

Бабарицкий П.А., Государев И.Б. — Исследование защиты от веб-ботов: влияние защиты на торговые веб-сайты и её взаимосвязь с посещаемостью и релевантностью в поисковой выдаче

Babaritsky P., Gosudarev I. — Web bot protection research: the impact of protection on shopping websites and its relationship to visits and search relevance..... 58

Белякова А.В., Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н., Чискидов С.В. — Разработка требований к процессам обработки данных для задач управления в дистанционных системах высшего образования	Орехов С.Ю., Вейсман П.И., Мосолов Г.В., Лебедь М.Д., Сахаров В.В. — Параметрический синтез механизма совместного относительного манипулирования на основе дельта-робота
<i>Belyakova A., Romashkova O., Ermakova T., Chiskidov S.</i> — Development of requirements for data processing for control problems in remote higher education systems 66	<i>Orekhov S., Veisman P., Mosolov G., Lebed M., Sakharov V.</i> — Parametric synthesis of the mechanism of joint relative manipulation based on a delta-robot 101
Ваванов Д.А., Степура А.В. — Моделирование поверхности Лист Мебиуса	Пантюхов Д.В. — Алгоритм выбора оптимальной синхронизации процессов в распределенной имитационной системе
<i>Vavanov D., Stepura A.</i> — Modeling of a Mobius sheet ... 73	<i>Pantukhov D.</i> — Optimal synchronization selection algorithm processes in a distributed simulation system. 105
Ивлиев С.Н., Крылова С.Л., Квасков А.А., Умяров А.-К.Р. — Геоинформационное обеспечение и проблемы информационной безопасности	Русakov М.Г., Евдокимов А.С., Занкин А.И. — Автоматизация литейных машин на базе программируемых логических контроллеров
<i>Ivliev S., Krilova S., Kvaskov A., Umyarov A.</i> — Threats of information impact on information systems of educational institutions 77	<i>Rusakov M., Evdokimov A., Zankin A.</i> — Automation of casting machines based on programmable logic controllers 111
Коротков В.В., Мельников А.В. — Актуальные вопросы информационной безопасности радиосвязи морского и речного транспорта	Рыбак А.В., Данилов Р.М. — К вопросу кадрового некомплекта территориальных подразделений МВД России
<i>Korotkov V., Melnikov A.</i> — Current issues of information security of radio communications of sea and river transport 82	<i>Rybak A., Danilov R.</i> — On the issue of staffing shortage of territorial divisions of the ministry of internal affairs of Russia. 122
Лексиков Е.В. — Методы формирования функциональной архитектуры и прогнозирования рисков информационного портала региональных ОИВ	Рябогина И.А., Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н., Чискидов С.В. — Модели информационных процессов управления испытаниями в конструкторском бюро
<i>Leksikov E.</i> — Methods for forming functional architecture and forecasting risks of the information portal of regional executive bodies 85	<i>Ryabogina I., Romashkova O., Ermakova T., Chiskidov S.</i> — Models of information processes of test management in the design bureau 128
Муртазина А.Р., Миронов В.П., Гусев А.О. — Исследование вопросов создания раскладки в автоматическом режиме на основе анализа характеристик деталей	Смирнов С.Н., Рыжиков С.С., Агуреев И.А. — Реализация канала утечки конфиденциальной информации за счет ВЧ облучения
<i>Murtazina A., Mironov V., Gusev A.</i> — Investigation of the issues of creating a layout in automatic mode based on the analysis of the characteristics of parts 94	<i>Smirnov S., Ryzhikov S., Agureev I.</i> — Implementation of confidential information leakage channel due to HF irradiation 135
	Степашкина Е.В., Шишкин В.В., Гришин М.В. — Применение синектического подхода при рассмотрении технического задания
	<i>Stepashkina E., Shishkin V., Grishin M.</i> — Application of the synectic approach when considering technical reference 145

- Сясин Д.Ю., Седова Н.А., Баженов Р.И., Глушков С.В.** — Расширение функционала интеллектуальных авторулевых программно-аппаратным комплексом контроля движения в прибрежных водах
Syasin D., Sedova N., Bazhenov R., Glushkov S. — Functionality expansion of intelligent autopilots by ship's traffic control system for coastal waters 153
- Тихонов М.Р., Акуленок М.В., Шикла О.С.** — Разработка автоматизированного модуля построения контрольных карт управляемости процессов на базе программного пакета MATLAB
Tikhonov M., Akulenok M., Shikula O. — Development of an automated module for constructing control charts process based on the MATLAB software package 160
- Устин А.М., Федосин С.А., Соколова М.С.** — Анализ макроблоков в задаче обнаружения артефактов потери данных в видео
Ustin A., Fedosin S., Sokolova M. — Analysis of macroblobs in the problem of detecting artifacts of data loss in video 166
- Щучкин Е.Ю.** — Методика цифровой обработки сигналов для повышения разрешающей способности газосигнализатора
Shchuchkin E. — Digital signal processing technique for increased resolution of a gas detector ... 171
- Клиническая медицина
- Ачабаева А.Б., Гелястанов И.Х., Каскулова Д.З., Тлизамова Д.А., Маремшаова Н.А.** — Основные направления восстановительной терапии в пост-ковидном периоде
Achabayeva A., Gelastanov I., Kaskulova D., Tlizamova D., Maremschaova N. — The main directions of rehabilitation therapy in the post-covid period 178
- Бованова Н.В., Голубева Г.И.** — Сравнение режимов сканирования конусно-лучевой компьютерной томографии для оценки размеров дефектов наружной кортикальной пластинки у пациентов с рецессией десны в области фронтальной группы зубов нижней челюсти
Bovanova N., Golubeva G. — Comparison of two modes of cone-beam computed tomography for the assessment defects of buccal bone plate in anterior mandibulae 182
- Воронин Н.И., Кузнецов С.И., Кузнецов Д.С.** — Анализ соматогенного влияния гипервентиляционного синдрома в альтернативных группах обследуемых, дифференцированных по кардиологическому статусу
Voronin N., Kuznetsov S., Kuznetsov D. — The analysis of the hyperventilation syndrome somatogenic impact in alternative survey-groups, which were differentiated by cardiological status 187
- Гарамян Б.Г., Чхиквадзе Т.В., Бекреев В.В.** — Комплексное лечение внутренних нарушений височно-нижнечелюстного сустава с применением окклюзионной шинотерапии, артроцентеза и артроскопии
Gharamyam B., Chkhikvadze T., Bekreev V. — Complex treatment of internal disorders of the temporomandibular joint using occlusive splint therapy, arthrocentesis and arthroscopy 192
- Кантария Г.О., Кабытова М.В., Онищенко Л.Ф., Огонян Е.А.** — Оценка эффективности использования антибиотика аминогликозидного ряда при лечении кариеса
Kantaria G., Kabytova M., Onishchenko L., Ogonyan E. — Evaluation of the effectiveness of the use of aminoglycoside antibiotics in the treatment of caries 197
- Орлова И.А., Архангельская Д.В.** — Профилактика профессиональных заболеваний врача-стоматолога
Orlova I., Arkhangelskaya D. — Prevention of occupational diseases of a dentist 204
- Петрова Т.В., Бородулина И.И., Тегза Н.В.** — Этиопатогенетические аспекты фурункула челюстно-лицевой области (обзор литературы)
Petrova T., Borodulina I., Tegza N. — Etiopathogenetic aspects of the boil of the maxillofacial region (literature review) 209
- Прохоров К.В., Корягин В.С.** — Исходы острого инфаркта миокарда в период пандемии в 2020 году и до нее в 2019 году
Prokhorov K., Koriagin V. — Outcomes of acute myocardial infarction in the pandemic period in 2020 and before it in 2019 217

<i>Сахаутдинова И.В., Хайбуллина А.Р., Таяпова И.М., Засядкин И.С.</i> — Особенности местного иммунитета у беременных при новой коронавирусной инфекции COVID-19 <i>Sakhautdinova I., Khaibullina A., Tayupova I., Zasyadkin I.</i> — Features of local immunity in pregnant women with a new coronavirus infection COVID-19..... 221	<i>Фадеева Т.С., Бицадзе В.О.</i> — Оптимизация мер ведения беременности и родов у женщин с дисплазией соединительной ткани <i>Fadeeva T., Bitsadse V.</i> — Optimization of measures for managing pregnancy and childbirth in women with connective tissue dysplasia 238
<i>Султанова О.Э., Чернышева Е.Н., Кузьмичев Б.Ю., Киселева М.А., Панова В.В.</i> — Корреляционные связи между уровнем гомоцистеина, магния и оксипролина у пациентов с острым коронарным синдромом на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани <i>Sultanova O., Chernysheva E., Kuzmichev B., Kiseleva M., Panova V.</i> — Correlation between the levels of homocysteine, magnesium, and oxiprolin in patients with acute coronary syndrome on the background of the syndrome of undifferentiated displasion of the connective tissue 226	<i>Цао Юй, Чжан Синьян, Фу Юй</i> — Современное состояние и перспективы лечения колоректальных опухолей при удалении образцов из естественных отверстий (N.O.S.E.S.) <i>Cao Yu, Zhang Xinliang, Fu Yu</i> — Current state and prospects for treatment of colorectal tumors when extraction of samples from natural housings (N.O.S.E.S.)..... 244
<i>Трусов Ю.А., Зинкина А.А.</i> — Прогностическое значение дисфункции эндотелия и миокардиального фиброза у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда <i>Trusov Yu., Zinkina A.</i> — Prognostic value of endothelial dysfunction and myocardial fibrosis in patients with chronic heart failure who have suffered a myocardial infarction 231	Информация Наши авторы. Our Authors..... 248 Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 252

ГЕНОТИПИЧЕСКИЙ ФОН STAPHYLOCOCCUS AUREUS ПРИ СИМБИОТИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПРОТИСТАМИ BLASTOCYSTIS SPP

GENOTYPICAL BACKGROUND OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS IN SYMBIOTIC INTERACTION WITH BLASTOCYSTIS SPP

**N. Bugero
N. Ilyina**

Summary. In recent years, cases of staphylococcal diseases have become more frequent. First, this is due to the high adaptability of staphylococcus to antibiotics and increasing of antibiotic-resistant strains of bacteria. The presence of a whole spectrum of various pathogenic factors in bacteria belonging to the genus Staphylococcus, including Staphylococcus aureus, allows them to easily cause an infectious process, due to adhesion and immunoresistance. At the same time, in the body, staphylococci interact with the human microbiota. The microbiota of an organism is a community of microorganisms that is constantly changing and is characterized by complex relationships at the level of pro- and eukaryotic cells and does not always fit into the norm of the phenotype's reaction to changes in environmental conditions.

This study shows the possibility of mutual influence between Staphylococcus aureus and Blastocystis spp. in vitro at the molecular level. Analysis of quantitative indicators revealed an increase in the frequency of detection of genes responsible for pathogenicity in staphylococci (spp and spa) after their co-cultivation with protists of the genus Blastocystis. An increase in the frequency of occurrence of the spp and spa genes in Staphylococcus aureus after co-cultivation with the blastocyst culture, depending on the degree of virulence, is noted, which undoubtedly indicates their influence on the ability to realize the pathogenic potential of symbionts and the ability to overcome the innate immunity of the host organism. In general, this can lead to a sharp depletion of compensatory mechanisms in microorganisms and increase the risk of unfavorable outcomes.

Keywords: Staphylococcus aureus, Blastocystis spp., Pathogenicity, cultivation, symbiosis, genetic background, restriction enzymes.

Бугеро Нина Владимировна

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Псковский
государственный университет»
bugero@mail.ru

Ильина Наталья Анатольевна

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Псковский
государственный университет»
ilina@mail.ru

Аннотация. В последние годы участились случаи стафилококковых заболеваний. Прежде всего это объясняется высокой приспособляемостью стафилококка к антибиотикам, увеличением антибиотикоустойчивых штаммов бактерий. Присутствие целого спектра различных факторов патогенности у бактерий, относящихся к роду Staphylococcus, в том числе и Staphylococcus aureus, позволяет им легко вызывать инфекционный процесс, за счет адгезии и иммунорезистентности. Вместе с тем в организме стафилококки взаимодействуют с микробиотой человека. Микробиота организма представляет собой сообщество микроорганизмов, которое постоянно меняется и характеризуется сложными взаимоотношениями на уровне клеток про- и эукариот. Иногда эти изменения могут не соответствовать норме реакции признаков организма, необходимой для данных условий среды.

В данном исследовании показана возможность взаимовлияния между Staphylococcus aureus и Blastocystis spp. в условиях in vitro на молекулярном уровне. Анализ количественных показателей обнаружил рост в показателях встречаемости генетических детерминант, кодирующих факторы патогенности стафилококков (spp и spa) при совместном выращивании их с протистами рода Blastocystis. Отмечено, что этот рост детекции этих генов имеет прямую зависимость со степенью вирулентности простейших. Это может говорить об взаимовлиянии симбионтов в процессе реализации патогенных факторов и возможностей для преодоления врожденного иммунитета организма-хозяина. В целом это может привести к резкому истощению компенсаторных механизмов у макроорганизмов и повысить риск неблагоприятных исходов.

Ключевые слова: Staphylococcus aureus, Blastocystis spp., патогенность, культивирование, симбиоз, генетический фон, рестриктазы.

Введение

В настоящее время становится очевидно, что взаимоотношения между микроорганизмами необходимо учитывать в патогенезе многих заболеваний. Поэтому их исследования приобретают широкий характер, оказывая влияние на развитие большинства областей медицины и биологии. Изучение генетического фона в вопросах симбиотического взаимодействия микроорганизмов способствует выявлению основных взаимоотношений механизмов клеток бактерий как друг с другом, так и с группой эукариот в постоянно меняющихся условиях сложившегося биотопа [1].

В последние десятилетия наблюдается увеличение роли условно-патогенных микроорганизмов (УПМ) в инфекционной заболеваемости населения [2]. Это относится к бактериям рода *Staphylococcus* — грамположительным факультативно-анаэробным малоподвижным бактериям, наиболее патогенными представителями, которых считаются *Staphylococcus aureus*.

За последние годы стафилококковые заболевания встречаются чаще, заболеваемость имеет тенденцию к дальнейшему увеличению. Такой рост стафилококковых инфекций объясняется высокой приспособляемостью этого микроба к антибиотикам, увеличением антибиотикоустойчивых штаммов стафилококков [3]. *S. aureus* является обычным обитателем различных экотопов здорового человека и входит в состав микробных сообществ. Состав микробных сообществ является очень важным, поскольку являясь оппортунистическим патогеном золотистый стафилококк может начать размножаться при нарушении баланса микрофлоры [4].

Стафилококковая инфекция проявляется в виде острого гастроэнтерита. Инфекционный процесс затрагивает клетки крови: эритроциты и лейкоциты, вызывая их гибель. Также начинаются процессы некроза тканей. Этим процессам способствуют факторы патогенности стафилококков: экзотоксин, энтеротоксин и фермент коагулаза [5].

Усиление отрицательного действия условно-патогенных бактерий вызывает большое беспокойство в биологических и медицинских сферах. Известно, что вид *St. aureus* в своём генотипе имеет все 4 фактора патогенности. Однако, недостаточно изученными остаются молекулярно-генетические механизмы участвующие в формировании новых вариантов фенотипов стафилококков [6, 7].

Сейчас становится очевидным, что крайне важно изучать микроорганизмы в микробных сообществах, а не только в чистых культурах. В современной литера-

туре, для изучения этого вопроса употребляется понятие «симбиоз», что подразумевает длительный контакт между симбионтами в пределах изучаемого биотопа и формирование специализированных симбиотических связей между микроорганизмами, направленных на приобретение тех или иных биологических свойств [8].

Простейшие *Blastocystis* spp. паразитируют в толстой кишке, вызывая бластоцитоз. Это заболевание известно относительно немного времени. Тем не менее известен факт того, что возбудитель бластоцистной инвазии может активно размножаться при снижении иммунитета у организма-хозяина или при взаимодействии с другими микроорганизмами [9, 10].

Данные, полученные исследователями, как правило, ограничиваются изучением их симбиотического взаимодействия, основанным только на исследованиях вне организма-хозяина, и не касаются изучения сложившихся симбиотических групп микроорганизмов внутри изучаемого биотопа, что, конечно же, представляет собой научный интерес. Выяснение закономерностей образования, функционирования симбиотических ассоциаций микроорганизмов в экотопах организма человека и модельных системах *in vitro* представляет собой интерес для более точного определения участия условно-патогенной микробиоты при заболеваниях организма хозяина.

Целью настоящей работы является исследование генетического фона встречаемости генов патогенности *Staphylococcus aureus* при симбиотическом взаимодействии с *Blastocystis* spp. *in vitro*.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования у больных и лиц контрольной группы отбиралась проба фекалий для выделения штаммов *Staphylococcus aureus* и *Blastocystis* spp. Микрофлора кишечника больных и лиц контрольной группы определялась согласно приказу Минздрава России от 09.06.2003 г. № 231 «Об утверждении отраслевого стандарта «Протокол ведения больных. Дисбактериоз кишечника» (ОСТ 91500.11.0004–2003).

В результате работы была создана коллекция из 199 изолятов *Staphylococcus aureus* от больных добровольцев. Параллельно в пробах фекалий осуществлялся поиск простейших рода *Blastocystis*. Бластоцисты были выявлены только у 132 добровольцев. Наличие бластоцист выявляли при микроскопировании препаратов окрашенных раствором Люголя, полученных из фекалий лиц, принимающих участие в эксперименте. Чистую культуру простейших рода *Blastocystis* получали путем заливания отобранных проб фекалий равным объемом

Таблица 1. Характеристика праймеров для генов *ssp* и *sra* у *Staphylococcus aureus*

Гены	Нуклеотидная последовательность (5'→3')	Размер амплификата, п.н.
<i>ssp</i>	AGCACCAAAAGAGGAAGACAA GTTTAAACGACATGTACTIONCGT	250–450
<i>sra</i>	ATCMATTTYGCMAAYGATGACCA TTGTCTGAATTATTGTTATCGCC	200–250

(1:1) физиологического раствора, суспензированием и дальнейшим фильтрованием. Полученной жидкостью в объеме 0,5–1,0 мл инокулировали пробирку с питательной средой Павловой (хлорид натрия — 8,5 г, двузамещенный фосфорно-кислый натрий — 0,59 г, однозамещенный фосфорно-кислый калий — 0,45 г, вода — 1000 мл. Стерильная бычья сыворотка в соотношении 1:20). Культивирование простейших рода *Blastocystis* проводили на этой же среде.

Выделение чистых культур стафилококков проводили методом высева патматериала (фекалии) на чашку Петри с мясопептонным молочно-солевым агаром с 7,5% раствором поваренной соли и 10% молочной сыворотки. (Матвеев К.И. Руководство по микробиологической диагностике инфекционных болезней)

Для идентификации выделенных культур *S. aureus* до вида применяли морфолого-культуральные и физиолого-биохимические методы, в том числе с помощью тест-систем «STAPHYtest» («Erba Lachema s.r.o.», European Union).

Выделение общей ДНК из бактериальных изолятов *S. aureus* проводили с использованием набора реактивов «ДНК-сорб-В» («ИнтерЛабСервис», Россия). Для выделения ДНК брались суточные культуры стафилококков с агаризованной питательной среды.

Для исследования молекулярных детерминант патогенности *S. aureus* (гены *ssp* и *sra*) использовали метод ПЦР. Праймеры к данным генам подбирали с использованием программы PrimerSelect (DNASTAR, Inc США). Нуклеотидные последовательности праймеров представлены в таблице 1.

Амплификацию осуществляли на ПЦР-амплификаторе «Терцик» (НПФ «ДНК-технология», Москва) с «hot start». «Hot start» обеспечивался разделением реакционной смеси в эппендорфе воском на два слоя (верхний и нижний). Реакцию проводили в эппендорфах в объеме 25 мкл. Амплификацию проводили при следующих параметрах: 1 цикл: 95°C, 5 мин; 2 цикл: 95°C, 30 сек; 60°C, 30 сек; 75°C, 30 сек; 20 повторов; последний цикл: 75°C, 2 мин. Результаты амплификации визуализировали с использованием стандартных наборов фирмы «ИнтерЛабСервис» в 1,7% агарозном геле, содержащем бромистый

этидий, с применением буфера ТАЕ. Маркером длин ДНК служила 50+ bp DNA Ladder (ЕвроГен, Россия). При обнаружении в геле светящейся полосы определенной массы делали вывод о наличии искоемых генов.

Вирулентность излятов простейших рода *Blastocystis* определяли при помощи метода рестрикционного анализа. Этот метод основан на анализе полиморфизма длин фрагментов, полученных при рестрикции (ПДФР) ДНК. В исследовании применялись две эндонуклеазы рестрикции (рестриктазы): *Hind III* и *Pst I* (НПО «СибЭнзим», Россия), с использованием соответствующего буфера. Длины полученных в ходе процесса рестрикции фрагментов определяли при помощи маркеров молекулярной длины ДНК 100bp + 1,5 Kb ДНК маркер (НПО «СибЭнзим», Россия). Определение размера полученных фрагментов осуществляли с использованием программы Gel Pro Analyzer, версия 4.0.00.001 (Media Cybernetics, Inc., США). Идентичность длин фрагментов была рассчитана для каждой пары микроорганизмов, методом сравнения рестрикции отдельно по каждой рестриктазе для микроорганизма. При сравнении длин фрагментов одинаковыми считали фрагменты ДНК, длина которых различалась в пределах 5%.

Высоко вирулентные и слабо вирулентные бластоцисты были обнаружены в результате применения рестриктазы *Hind III* на основе наличия фрагментов ДНК размером 380, 600 п.н. и 700 п.н., соответственно, бластоцисты со слабовыраженными свойствами были обнаружены с применением рестриктазы *Pst I* на основе наличия фрагментов ДНК размером около 1000 п.н.

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программы «Statistica for Windows» [1].

Результаты исследования и их обсуждения

Всего было отобрано 132 штамма *S. aureus* выделенных у лиц с заболеваниями пищеварительного тракта. Данные о заболеваниях испытуемых и выделенных от них штаммов представлены в таблице 2. В результате проведенной работы были обнаружены различия в частоте встречаемости исследуемых генов (*ssp* и *sra*) у штаммов золотистого стафилококка.

Таблица 2. Количественные показатели генов у штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных у лиц с заболеваниями органов пищеварения

Особенности выделения <i>S. aureus</i>	Число штаммов (n)	Генная характеристика <i>S. aureus</i> (абс./%)	
		ssp	sra
Язв. болезнь желудка	63	43/67,2	39/61
Язв. болезнь 12-перстной кишки	28	21/75,0	18/64,3
Язв. колит	13	5/38,5	1/7,7
Холецистит	17	6/35,3	4/23,5
Панкреатит	11	3/27,3	-

Таблица 3. Изменение частоты гена spp у культур *S. aureus* в зависимости от присутствия в среде *Blastocystis spp.*

<i>S. aureus</i> в симбиозе с <i>Blastocystis spp.</i>	До / после совместного культивирования	Частота встречаемости гена spp (%)
Слабовирулентные штаммы бластоцист (n=24)	до	5,82 ± 0,7
	на 7-е сутки после	9,67 ± 1,5
Умеренновирулентные штаммы бластоцист (n=71)	до	25,25 ± 1,8
	на 7-е сутки после	36,40 ± 1,8*
Высоковирулентные бластоцист (n=37)	до	82,56 ± 5,8
	на 7-е сутки после	90,61 ± 8,3*
<i>S.aureus</i> (монокультуры) (n = 67)	до	4,26 ± 0,7
	на 7-е сутки после	7,24 ± 1,6

* — показатель достоверности различия между частотой встречаемости фрагмента гена spp у культур *S. aureus* (p < 0,05).

Анализ данных таблицы продемонстрировал, что золотистый стафилококк чаще обладал геном ssp. Данный ген с большей частотой регистрировался у штаммов *S.aureus*, выделенных от больных с язвенной болезнью 12-перстной кишки и желудка (75,0% и 67,2%, соответственно). Так, из 28 штаммов стафилококков, выделенных из фекалий лиц с заболеваниями язвенной болезни 12-перстной кишки у более половины штаммов (64,3%) обнаруживался ген sra. Наименьшее процентное содержание гена sra, было зарегистрировано у лиц, с заболеванием — язвенный колит (7,7%) штаммов *S.aureus*. Согласно полученным результатам, ген sra не регистрировался у штаммов культуры стафилококков, которые были выделены у лиц, с заболеванием панкреатит.

В дальнейшие планы работы входил анализ изолятов *S.aureus* обладающих симбиозом со слабовирулентными, умеренно- и высоковирулентными простейшими рода *Blastocystis* (n = 132, группа 1) и без него (n = 67, группа 2). Простейшие различались по степени вирулентности.

Стафилококки могут связывать Fc защитных иммуноглобулинов и создавать защиту бактерий от гуморальных факторов иммунитета организма-хозяина. Известно, что за этот процесс отвечает протеин А и его ген spp можно использовать для анализа патогенности стафилококков. В таблице 1 дано описание нуклеотидных последовательностей праймеров к участку гена spp и sra *S.aureus*. Мы приняли, что наличие одной единицы идентифицированного гена можно считать равным одной бактерии, поэтому количество определяемых искомым фрагментам ДНК гена spp *S.aureus* соответствовало количеству бактерий.

Результаты проведенного анализа показали (таблица 3), что у изолятов *S.aureus* различалось число генов патогенности spp, выделенных из симбиотического сообщества в зависимости от степени вирулентности бластоцист.

Ген spp в монокультуре стафилококков выявлялся у 5,82±0,7; 25,25±1,8 и 82,56±5,8% штаммов соответствен-

но, в то время как после культивирования со штаммами бластоцист разной степени вирулентности данные показатели достоверно возросли до $9,67 \pm 1,5\%$ для слабовирулентных форм, $36,40 \pm 1,8\%^*$ для средневирulentных форм и $90,61 \pm 8,3\%^*$ для высоковирулентных форм (* $p < 0,05$).

Таким образом, данный опыт показал, что при выращивании штаммов *S. aureus* с бластоцистами растет доля патогенных штаммов стафилококков, обладающих с геном *spp*. При этом существовала зависимость от вирулентности штамма рода *Blastocystis*. Чем выше была вирулентность простейшего, тем чаще встречались гены *spp*.

Анализируя результаты исследования в отношении гена *sra* у штаммов золотистого стафилококка до и после сокультивирования с протистами *Blastocystis spp.*, показано, что частота встречаемости генетической детерминанты патогенности *sra* была зарегистрирована значительно реже, чем гена *spp*. Так, до сокультивирования стафилококков ген *sra* регистрировался в $2,34 \pm 0,2\%$ случаев, на 7-е сутки после сокультивирования с простейшими этот показатель составил $2,81 \pm 0,5\%$. Необходимо отметить, что сокультивирование штаммов стафилококков с бластоцистами различной степени вирулентности показало неоднозначный результат, выражающийся в увеличении частоты встречаемости фрагмента искомого гена (*sra*) как в группе со слабовирулентными штаммами бластоцист, так и в группе высоковирулентных простейших. Эти показатели составили до сокультивирования стафилококков со слабовирулентными бластоцистами $4,73 \pm 1,2\%$, после $6,27 \pm 1,5\%$, в группе с высоковирулентными штаммами бластоцист до совместного культивирования ген *sra* был обнаружен в $4,25 \pm 1,4\%$ случаев, после в $8,56 \pm 1,9\%$.

Однако у стафилококков с бластоцистами, обладающих умеренновирulentными характеристиками патогенности частота встречаемости искомого гена до и после сокультивирования с простейшими значительно не изменялась и составила до культивирования $3,04 \pm 0,6\%$, после $3,2 \pm 0,8\%$, что по всей вероятности объясняется возможностью нахождением некоего ком-

промисса между штаммами золотистого стафилококка и бластоцистами, обладающих умеренновирulentными свойствами во время их совместного культивирования и дальнейшего сожителства.

Заключение

На основании данных, полученных в данном исследовании показано значительное генетическое разнообразие исследуемых штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных у больных желудочно-кишечного тракта во всех группах исследуемых лиц, что свидетельствует о выраженном патогенном потенциале бактерий. Сравнение генетического разнообразия изолятов золотистого стафилококка показало широкое распространение генетических детерминант, определяющих патогенность этих бактерий, изолированных от лиц, имеющих заболевания язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки. Наиболее часто гены *spp* и *sra* были выделены у лиц с язвенной болезнью 12-перстной кишки (75,0% и 64,3%) соответственно.

Выращивание стафилококков вместе с бластоцистами оказывает влияние на частоту встречаемости детерминант патогенности (гена *spp*) стафилококков.

Среди штаммов стафилококков, исследованных в данной работе, наибольшую вирулентность приобрели штаммы при выращивании с более вирулентными штаммами бластоцист. Таким образом была выявлена прямая зависимость между этими двумя факторами. Вероятно, это говорит о способности взаимовлияния на патогенный потенциал у симбионтов.

Таким образом, на искусственных питательных средах в симбиотических взаимоотношениях стафилококков с различными по вирулентности бластоцистами происходит взаимoadaptация штаммов симбионтов. Вероятно, подобный механизм можно рассматривать и в условиях макроорганизма *in vivo*. Данные гены могут быть рекомендованы к использованию для диагностики возбудителей инфекционных заболеваний желудочно-кишечной этиологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлова Ю.Н., Фоменко Н.В., Морозова В.В. Генетическая и биохимическая характеристика стафилококков, встречающихся в Новосибирске. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017; 21(8):952–958.
2. Бондаренко В.М., Мавзютов А.Р., Golkocheva E. Секретируемые факторы патогенности энтеробактерий // Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2002. — № 1. — С. 84–90.
3. Zhang F., Ledue O., Jun M. et al. Protection against *Staphylococcus aureus* colonization and infection by B- and T-Cell-mediated mechanisms. MBio. 2018. 9(5). (doi: 10.1128/mBio.01949–18).
4. Гриценко В.А., Карташова О.Л., Пашкова Т.М., Тяпаева Я.В., Белоцерцева Ю.П., Курлаев П.П., Мавзютов А.Р., Владимирова А.А. Гены *sdr*: распространенность среди изолятов *Staphylococcus aureus*, выделенных из разных биотопов тела человека. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2017. № 1. 15 с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2017-1/Articles/VAG-2017-1.pdf>). (doi:10.24411/2304-9081-2017-00015).

5. Карташова О.Л., Киргизова С.Б., Потехина Л.П., Бухарин О.В. Диагностическое значение персистентных характеристик стафилококков при бактерионосительстве. Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2007. 5: 13–16.
6. Shettigar K., Jain S., Bhat D.V. et al. Virulence determinants in clinical *Staphylococcus aureus* from monomicrobial and polymicrobial infections of diabetic foot ulcers. J Med Microbiol. 2016. 65(12): 1392–1404. (doi: 10.1099/jmm.0.000370).
7. Карташова О.Л., Пашкова Т.М., Тяпаева Я.В., Белозерцева Ю.П., Курлаев П.П., Мавзютов А.Р., Гриценко В.А. *Staphylococcus aureus*: генетическое разнообразие с учетом источника выделения. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. 3. 10с. [Электр.ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2018-3/Articles/KOL-2018-3.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2018-13014.
8. Бухарин О.В. Межбактериальные взаимодействия / О.В. Бухарин, Б.Я. Усвяцов, Л.М. Хуснутдинова // Микробиология. — 2003. — № 4. — С. 3–8.
9. Бугеро Н.В. Современный молекулярно-генетический подход определения вирулентности простейших // Международный журнал экспериментального образования. — 2016. — N5. — С. 305–308.
10. Соломай Т.В. Блостоцистоз человека: от механизмов взаимодействия паразита с организмом хозяина к клиническим проявлениям // Санитарный врач. — 2018. — № 8. — С. 35–42.

© Бугеро Нина Владимировна (bugero@mail.ru), Ильина Наталья Анатольевна (ilina@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Псковский государственный университет

ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ И АДАПТАЦИИ УЧАЩИХСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

STUDY OF HEALTH INDICATORS AND ADAPTATION OF STUDENTS OF PROFESSIONAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS UNDER THE INFLUENCE OF ADVERSE ENVIRONMENTAL FACTORS

**N. Zakharov
G. Zolotnikova
R. Kurguz
I. Kondrashova**

Summary. Studies of the influence of environmental anthropogenic pollution on health indicators and the functional state of physiological adaptation systems of students of professional educational organizations for the scientific substantiation of recommendations on health preservation, prevention of eco-dependent pathology development were carried out. A comprehensive study was conducted on the health indicators of college students from areas with different indicators of anthropogenic environmental pollution (325 people aged 15–17). The indicators of physical health, the level and structure of morbidity were analyzed. The indicators of adaptation of the circulatory and respiratory system of peers and college students from ecologically different areas were determined and analyzed using generally accepted modern methods. It has been established that anthropogenic environmental stresses are “risk factors” for health disorders and a decrease in the resistance of the pupils’ bodies. The correlation between the degree of decrease in resistance of physiological adaptation systems of adolescent and youth organism and the level of anthropogenic pollution of the environment was revealed.

Keywords: environmental factors, anthropogenic pollution, students, health indicators, adaptation.

Захаров Никита Евгеньевич

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
zaharov1602@yandex.ru

Золотникова Галина Петровна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»
gpzolot15@yandex.ru

Кургуз Роман Викторович

К.б.н., преподаватель, ГАПОУ «Брянский базовый медицинский колледж»
rkurguz@rambler.ru

Кондрашова Ирина Николаевна

К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
eco-kondrashova@yandex.ru

Аннотация. Выполнены исследования по изучению влияния техногенного загрязнения окружающей среды на показатели здоровья и функциональное состояние физиологических систем адаптации учащихся профессиональных образовательных организаций для научного обоснования рекомендаций по сохранению здоровья, профилактике развития экозависимой патологии. Проведено комплексное изучение показателей здоровья студентов колледжей (325 человек в возрасте 15–17 лет), из районов с разными показателями техногенного загрязнения окружающей среды. Проанализированы показатели физического здоровья, уровня и структуры заболеваемости, определены и проанализированы показатели адаптации системы кровообращения и дыхания у сверстников, учащихся колледжей из экологически различных районов с использованием общепринятых современных методов. Установлено, что техногенные нагрузки окружающей среды являются «факторами риска» нарушения здоровья, снижения резистентности организма учащихся. Выявлена взаимосвязь степени снижения резистентности физиологических систем адаптации подростково-юношеского организма с природой и уровнем техногенного загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: экологические факторы, техногенное загрязнение, учащиеся, показатели здоровья, адаптация.

Актуальность исследования

Техногенное загрязнение окружающей среды в последнее время занимает ведущее место среди факторов, способных вызывать нарушения состояния здоровья человека [2, 5, 6]. В условиях экологического неблагополучия особенно уязвим молодой растущий организм. Многочисленные данные свидетельствуют о повышенной заболеваемости, снижении адаптационных возможностей среди учащейся молодежи из районов с отягощенной экологической ситуацией [1, 3, 4].

В настоящее время значительное внимание уделяется трудовому потенциалу России, происходит реформирование системы профессионального образования. В период обучения в колледже учащиеся сталкиваются с воздействующим на организм комплексом новых профессионально-производственных факторов, определяющих высокую физиологическую стоимость адаптации к обучению, особенно в условиях экологического неблагополучия окружающей среды. Своевременная диагностика неблагоприятных сдвигов функционального состояния организма позволит принять необходимые меры по сохранению и укреплению здоровья учащихся профессиональных образовательных организаций (колледжей), что определило направление настоящих исследований [2, 7].

Цель исследования

Целью исследования являлось изучение влияния техногенного загрязнения окружающей среды на показатели здоровья и функциональное состояние физиологических систем адаптации организма учащихся колледжей в целях научного обоснования рекомендаций по сохранению здоровья, профилактике развития экозависимой патологии.

Методы и организация исследований

В соответствии с целями и задачами настоящей работы выполнен анализ экологической обстановки и степени техногенного загрязнения окружающей среды в районах проживания обследованных учащихся с использованием официальных статистических данных [8]. Проведены комплексные исследования по изучению состояния здоровья учащихся колледжей (325 человек в возрасте 15–17 лет) из экологически различных районов проживания. Определены антропометрические показатели физического развития (длина, масса тела, рассчитан индекс Кетле), изучены показатели здоровья и заболеваемости учащихся колледжей с использованием материалов медицинских амбулаторных карт, карт здоровья, учебной и медицинской документации. Для оценки состояния адаптации и резистентности организма учащихся в условиях воздействия различных техно-

генных нагрузок проведен анализ функциональных показателей сердечно-сосудистой и дыхательной системы. Рассчитаны показатели адаптационного потенциала системы кровообращения (АП) по формуле Р.М. Баевского, определены функциональные резервы дыхательной системы, определена жизненная емкость легких (ЖЕЛ). Результаты исследования обработаны статистически.

Результаты исследований и их обсуждение

В зависимости от степени и характера техногенного загрязнения районы проживания обследованных учащихся были разделены на пять экологических групп (ЭГ): I — экологически условно чистый (контроль); II — средний уровень химического загрязнения при низкой плотности радиоактивного загрязнения; III — повышенный уровень химического загрязнения; IV — высокий уровень радиационно-химического загрязнения; V — повышенный уровень радиационного загрязнения.

Анализ среднегрупповых антропометрических показателей обследованных учащихся выявил, что длина тела у лиц из III и IV ЭГ статистически существенно меньше по сравнению с аналогичным показателем ровесников из I ЭГ.

Сравнительный анализ индивидуальных показателей длины тела учащихся выявил преобладание отклонений от среднестатистической нормы в условиях радиационно-химического (в 1,55 раза), высокого уровня химического (в 1,64 раза) и радиационного загрязнения окружающей среды (в 1,34 раза). Среди обследованных из I ЭГ выявляется более высокое процентное соотношение лиц с показателями длины тела в пределах возраст-половой нормы (67,3%); минимальное число учащихся с показателями длины тела в пределах возраст-половой нормы отмечено в III и IV ЭГ (29,1 и 31,6% соответственно).

Среднегрупповые значения массы тела у обследованных из IV ЭГ статистически существенно ниже данного показателя у лиц из контрольной группы.

Анализ среднегрупповых показателей длины тела у девушек выявил статистически существенное снижение этого показателя у представительниц III и IV ЭГ по сравнению со сверстницами из контрольной группы. Анализ индивидуальных показателей длины тела девушек выявил преобладание отклонений от среднестатистической нормы в условиях радиационно-химического (в 1,48 раза), высокого уровня химического (в 1,57 раза) и радиационного загрязнения окружающей среды (в 1,46 раза). Наибольший процент девушек с показателями длины тела в пределах возраст-половой нормы

(52,3%) установлен во I ЭГ; минимальное число девушек с показателями длины тела в пределах возрастно-половой нормы отмечено в IV ЭГ (43,8%).

Анализ индивидуальных показателей гармоничности развития с использованием индекса Кетле выявил повышение числа лиц с дисгармоничным развитием среди учащихся в III и IV ЭГ (в 1,9 и 2,3 раза, соответственно, у юношей; в 2,1 и 2,6 раза, соответственно, у девушек) по сравнению с контрольной группой, т.е. со сверстниками из экологически благополучных районов.

Корреляционный анализ выявляет статистически существенную ($p < 0,01$) отрицательную взаимосвязь средней силы между соматометрическими показателями физического развития учащихся колледжей и степенью химического загрязнения окружающей среды, а также отрицательную статистически существенную ($p < 0,01$) взаимосвязь слабой силы между массой тела обследованных лиц и плотностью радиоактивного загрязнения.

Таким образом, выявляются закономерности нарушения соматометрических показателей физического развития у учащихся в зависимости от уровня техногенных нагрузок окружающей среды.

Анализ показателей здоровья учащихся выявил, что независимо от профилей обучения, к первой группе здоровья в экологически более благополучных районах (I и II и вторая ЭГ) относятся 23,1% и 21,3% лиц соответственно. В то же время, среди сверстников из районов с повышенным уровнем радиационно-химического загрязнения (III и IV ЭГ) процент практически здоровых лиц существенно ниже и составляет всего 13,4% и 6,9%. В экологически неблагополучных районах (III и IV ЭГ) среди обследованных выявляются лица, отнесенные к третьей группе здоровья (9,5% и 13,6% соответственно).

Анализ структуры заболеваемости учащихся показал, что первое ранговое место занимают болезни органов пищеварения (32,1%). Среди этих заболеваний наиболее распространенными являются хронический гастродуоденит (51,4% от всех случаев болезней органов пищеварения); хронический гастрит (31,4%), язва желудка и дискинезия желчевыводящих путей (17,1%). Болезни органов пищеварения с наибольшей частотой встречаются в группах студентов из техногенно-загрязненных районов, преимущественно комбинированного радиационно-химического загрязнения. Доля лиц с болезнями органов пищеварения из I, II, III, IV экологических групп составляет, соответственно (%): 7,6; 13,2; 27,6; 34,9. Разница между экологически чистой зоной (I ЭГ) и техногенно-загрязненными районами статистически существенна ($p < 0,05$), наибольшая распространенность патологии выявлена у учащихся из IV экологической

группы, то есть из районов с высокой степенью радиационно-химических нагрузок окружающей среды.

Сравнительный анализ уровня и структуры заболеваемости первокурсников, приехавших на обучение из экологически различных районов, выявляет статистически существенное ($p < 0,05$) превышение частоты случаев острых респираторных заболеваний среди лиц из II и особенно III экологических групп; превышая аналогичные показатели ОРЗ среди сверстников из I экологической группы в 2,6 и 3,2 раза соответственно. Следует отметить, что среди студентов, приехавших на обучение из районов загрязнения окружающей среды отходами химического производства, регистрируются также случаи аллергопатологии, в частности аллергический ринит (5,7%), бронхит с астматическим компонентом (3,6%) и бронхиальная астма (1,3%).

Существенные различия выявлены в отношении показателей заболеваемости нейроциркулярной дистонией, которые оказались наиболее высокими у студентов из IV экологической группы, статистически достоверно отличаясь от показателей I ЭГ ($p < 0,05$).

Таким образом, выявляется определенная зависимость формирования уровня соматического здоровья, уровня и структуры заболеваемости учащихся колледжей от характера и степени техногенного загрязнения окружающей среды в районах проживания. Зависимости данных показателей от профиля профессиональных образовательных организаций не прослеживается. В районах с наибольшей степенью химического и, особенно, комбинированного радиоактивно-химического загрязнения окружающей среды, отмечается повышение числа лиц, имеющих стойкие хронические заболевания, в основном в стадии компенсации. В этих же районах выявляется небольшое число учащихся с хроническими заболеваниями в стадии декомпенсации.

Для оценки физиологической адаптации организма учащихся в экологически различных условиях проживания изучены функциональные показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем с использованием общепринятых методов.

Анализ результатов исследования физиологических показателей сердечно-сосудистой системы выявил функциональные нарушения у некоторых учащихся, в основном из районов с повышенным уровнем техногенного загрязнения. Расчет адаптационного показателя системы кровообращения показал результаты, оцениваемые как «напряжение механизмов адаптации» ($АП > 2,1$) у учащихся II, III и IV ЭГ (8,3%, 15,7%, 25,1% соответственно). Отмечается тенденция к увеличению количества учащихся с напряжением механизмов адаптации ($АП = 2,1-3,20$ баллов) в III и IV ЭГ.

Выявляемые у некоторых обследованных отклонения от физиологической нормы значений адапционного потенциала кровообращения могут свидетельствовать о донозологических нарушениях сердечно-сосудистой системы в условиях повышенных техногенных нагрузок окружающей среды.

Анализ значений жизненной емкости легких выявляет более выраженные отклонения от возрастно-половой нормы среди учащихся из районов с сочетанным радиационно-химическим загрязнением территорий (IV ЭГ). Анализ показателей функции внешнего дыхания выявляет более значительные отклонения от нормы у лиц, приехавших на обучение из районов с высокими техногенно-химическими нагрузками. В условиях техногенного загрязнения окружающей среды в районах проживания у учащихся развивается снижение функциональных показателей адаптации дыхательной системы.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных нами исследований установлено, что повышенные техногенные нагрузки окружающей среды, как химические, так и радиационно-химические, являются факторами риска нарушения здоровья, снижения резистентности организма учащихся профессиональных образовательных организаций.

Выявлена взаимосвязь между степенью снижения резистентности физиологических систем адаптации организма учащихся с природой и уровнем техногенного загрязнения. С учетом результатов исследований обоснован научный подход к разработке мероприятий по сохранению здоровья учащихся профессиональных образовательных организаций в условиях экологического неблагополучия, профилактике развития экзосимой патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гегерь Э.В. Методы оценки эколого-гигиенического состояния территорий / Э.В. Гегерь, Г.П. Золотникова, В.А. Капцов // Гигиена и санитария. — 2019. — Т. 98. — № 12. — С. 1338–1341.
2. Захаров, Н.Е. Влияние экологических особенностей и уровня антропогенной нагрузки районов проживания на состояние здоровья учащихся профессиональных образовательных организаций / Н.Е. Захаров, Г.П. Золотникова, Р.В. Кургуз // Проблемы региональной экологии». — М., 2021. — № 1. — С. 66–70.
3. Захарова М.В. Ранняя диагностика и профилактика рисков снижения адапционного потенциала организма школьников и учащихся лицеев в современных экологических условиях / М.В. Захарова, Т.А. Скачкова, Р.В. Кургуз // Экология урбанизированных территорий. — 2017. — № 1. — С. 18–25.
4. Золотникова Г.П. Адапционный потенциал организма лиц подросткового и юношеского возраста при спортивных нагрузках в современных экологических условиях. Монография / Г.П. Золотникова, Н.Е. Захаров. — Брянск: Изд-во «Белобережье», 2018 г. — 156 с.
5. Золотникова Г.П. Влияние техногенного загрязнения на показатели здоровья учащихся лицеев / Г.П. Золотникова, В.А. Капцов, Р.В. Кургуз // Гигиена и санитария. — 2017. — Т. 96. — № 5. — С. 470–474.
6. Золотникова, Г.П. Выявление рисков развития экзосимой патологии у населения в районах, ранжированных по степени техногенного загрязнения / Г.П. Золотникова, Э.В. Гегерь // Экология человека. — 2018. — № 4. — С. 10–17.
7. Мусалимова, Р.С. Сравнительный анализ физического состояния студентов, проживающих в различных условиях загрязнения окружающей среды / Р.С. Мусалимова, Р.М. Валиахметов // Гигиена и санитария. — 2010. — № 4. — С. 79–83.
8. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области. Годовой доклад о состоянии окружающей среды Брянской области в 2020 г. / Составители: Е.Г. Цублова, С.В. Лукашов // Департамент природных ресурсов и экологии Брянской области. — Брянск, 2021. — 258 с.

© Захаров Никита Евгеньевич (zacharov1602@yandex.ru), Золотникова Галина Петровна (gpzlot15@yandex.ru),
Кургуз Роман Викторович (rkurguz@rambler.ru), Кондрашова Ирина Николаевна (eco-kondrashova@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИЗМЕНЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО РЕЖИМА И СОСТАВА ТРАВЯНОГО ЯРУСА СОСНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ СМЫКАНИИ КРОН ДРЕВОСТОЯ

CHANGE IN THE RADIATION REGIME AND COMPOSITION OF THE HERBAL LAYER OF PINE CROPS AT THE CLOSING OF THE CROWN OF THE TREE

*O. Kulyasova
M. Kastornova*

Summary. In the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region, changes in the radiation regime of Scotch pine crops and the transformation of the species composition of the herbaceous layer in the process of closing the crowns of a pine stand have been studied. It is shown that in unclosed pine forests of 13 years of age, the total solar radiation is on average 48.7% of the radiation of the open area. In cultures of 23 years of age with a crown density of 80%, the share of the total incoming radiation decreases to 17.2%. After the pine crowns close, the species diversity of the herbaceous layer decreases; the proportion of light-loving species of herbage is decreasing; the representation of species of meadow and forest-steppe ecological-cenotic groups decreases, the proportion of birch and boron species of grasses increases.

Keywords: radiation regime; grass layer; species composition; Scots pine culture; northern forest-steppe.

Кулясова Оксана Алексеевна

*К.б.н., доцент, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)
oksana-2505kul@mail.ru*

Касторнова Марина Геннадьевна

*К.с.-х.н., доцент, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)
morskae.t90@mail.ru*

Аннотация. В условиях северной лесостепи Тюменской области изучены изменения радиационного режима культур сосны обыкновенной и трансформация видового состава травяного яруса в процессе смыкания крон соснового древостоя. Показано, что в несомкнутых сосняках 13-летнего возраста суммарная солнечная радиация составляет в среднем 48,7% от радиации открытого участка. В культурах 23-летнего возраста с сомкнутостью крон 80% доля поступающей суммарной радиации снижается до 17,2%. После смыкания крон сосны сокращается видовое разнообразие травяного яруса; снижается доля светолюбивых видов травостоя; уменьшается представленность видов луговой и лесостепной эколого-ценотических групп, повышается доля березняковых и боровых видов трав.

Ключевые слова: радиационный режим; травяной ярус; видовой состав; культуры сосны обыкновенной; северная лесостепь.

Введение

Световой (радиационный) режим является одним из ведущих факторов жизни растений [1]. В лесных экосистемах количество поступающей к земной поверхности солнечной радиации напрямую зависит от сомкнутости крон древостоев [12]. Как отмечал А.П. Шенников, «чем ближе к поверхности почвы в лесу, тем затененность больше, света меньше» [17]. Поэтому изменение сомкнутости крон древостоя-эдификатора и связанная с этим смена режима освещенности экотопа наиболее существенное влияние оказывают на нижние ярусы растительности лесных сообществ. Поступление солнечной радиации под полог леса определяется, в первую очередь, породой деревьев и географической широтой местности [10]. Существует довольно большое количество работ, посвященных изучению влияния на радиационный режим леса древостоев различного породного состава и в разных природных зонах [2–4, 8, 16, 18]. Но по искусственным соснякам северной лесостепи Западной Сибири такие исследования до настоящего времени не проводились. Научный интерес

представляет также изучение процессов трансформации видового состава растительности нижних ярусов лесных фитоценозов, происходящих в результате изменения радиационного режима экотопа.

Цель исследований

Изучить особенности изменения радиационного режима и видового состава травяного яруса культур сосны обыкновенной в процессе смыкания крон древостоя-эдификатора.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2007–2017 гг. на территории Абатского административного района Тюменской области, расположенного в подзоне северной лесостепи. Широта места проведения исследований — 56° с.ш. Климат района континентальный. Территория района достаточно обеспечена теплом (средняя июльская температура 18 °С, средняя январская –19,5 °С) и слабо обеспечена осадками (в среднем 380 мм в год, большая

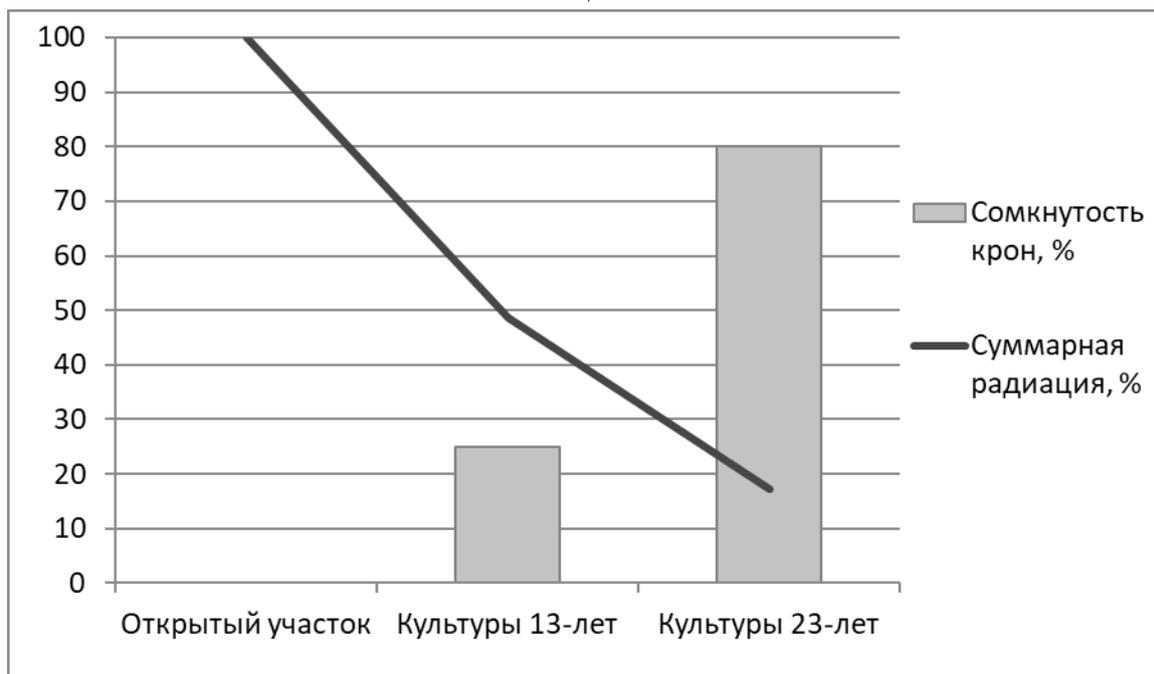


Рис. 1. Величина суммарной солнечной радиации на открытом участке и в культурах сосны обыкновенной разного возраста

часть которых выпадает в теплое время года)[9]. Почвенный покров района исследования представлен преимущественно серыми лесными почвами [11].

Изучение радиационного режима лесного сообщества и состава травяного яруса проводилось в культурах сосны обыкновенной, созданных на вырубках коренных березовых лесов. Первый этап исследований был осуществлен в 2007 году, когда возраст сосновых культур составлял 13 лет. Средняя высота деревьев сосны — 7 м, средний диаметр 8,6 см. Сомкнутость крон древостоя составляла менее 25% (культуры были сомкнуты в рядах и не сомкнуты в междурядьях). Через 10 лет в этих же насаждениях были проведены повторные исследования. К этому времени произошло смыкание крон древостоя (сомкнутость 80%), средняя высота деревьев составляла 15 м, средний диаметр 14,8 см.

Стационарные пробные площади включали не менее 200 деревьев основной породы. Для учета растений травяного яруса на каждой пробной площади по параллельным трансектам были заложены не менее чем по 20 учетных площадок размером 1×1 м. По данным трансектам через каждые 5 метров проводилось измерение суммарной солнечной радиации термоэлектрическим пиранометром М-80М по общепринятой методике [13]. Одновременно с этими измерениями суммарная солнечная радиация определялась на открытом участке. Измерения проводились в дни с однотипной погодой —

ясной, или малооблачной (облачность до 2 баллов), с 12 до 14 часов местного времени.

Учеты растительности травяного яруса проводились по методике А.П. Шенникова [17]. Принадлежность видов к экологическим группам по отношению к световому режиму определялась с использованием экологических шкал Д.Н. Цыганова [15]. Эколого-ценотические группы растений выделялись по А.В. Ронгинской [14]. Латинские и русские названия видов приведены по И.А. Губанову и др.[5,6,7].

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования показали, что в несомкнутых сосновых культурах 13-летнего возраста величина поступающей к земной поверхности суммарной солнечной радиации в среднем составляла 48,7% от солнечной радиации открытого участка (рис. 1).

Растения травяного яруса распределялись по площади относительно неравномерно: максимальное обилие трав наблюдалось в междурядьях, где к земной поверхности поступало наибольшее количество солнечных лучей; минимальное обилие — в рядах, где интенсивность солнечной радиации была значительно ниже. Травяной ярус достаточно густой, среднее проективное покрытие почвы растительностью находилось в пределах 75–80%. Общий список растений травяного яруса 13-летних куль-

Таблица 1. Видовой состав и обилие видов травяного яруса культур сосны обыкновенной до и после смыкания крон

Виды растений	Культуры сосны 13 лет	Культуры сосны 23 лет
Семейство Apiaceae		
Бедренец камнеломковый (<i>Pimpinella saxifraga</i> L.)	cop ₁	sol
Борщевик сибирский (<i>Heracleum sibiricum</i> L.)	sol	-
Дудник лесной (<i>Angelica sylvestris</i> L.)	sol	sol
Жгун-корень (<i>Kadenia dubia</i> Lavrova et V. Tichom.)	sol	sol
Порезник сибирский (<i>Libanotis sibirica</i> (L.) WDJ. Koch)	sp	sol
Реброплодник уральский (<i>Pleurospermum uralense</i> Hof.)	sol	-
Семейство Asteraceae		
Бодяк щетинистый (<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bess)	cop ₁	sol
Василек луговой (<i>Centaurea jacea</i> L.)	sol	-
Василек шероховатый (<i>Centaurea scabiosa</i> L.)	cop ₁	sol
Девясил иволистный (<i>Inula salicina</i> L.)	sol	-
Золотарник обыкновенный (<i>Solidago virgaurea</i> L.)	sol	sol
Молокан сибирский (<i>Lactuca sibirica</i> L.)	sol	-
Молокан татарский <i>Lactuca tatarica</i> (L.) C.A. Mey.	sol	-
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg)	sol	-
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	sol	-
Скерда сибирская (<i>Crepis sibirica</i> L.)	sol	-
Тысячелистник азиатский (<i>Achillea asiatica</i> Serg)	sp	sol
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.)	sp	sol
Ястребинка зонтичная (<i>Hieracium umbellatum</i> L.)	sol	-
Семейство Boraginaceae		
Медуница неясная (<i>Pulmonaria obscura</i> Dum.)	-	sol
Семейство Campanulaceae		
Бубенчик лилиелистный (<i>Adenophora lilifolia</i> L.)	sol	-
Семейство Caryophyllaceae		
Звездчатка злаковая (<i>Stellaria graminea</i> L.)	sol	-
Смолевка обыкновенная (<i>Silene wallichiana</i> Klotzsch)	sol	sol
Смолевка поникшая (<i>Silene nutans</i> L.)	sol	sol
Семейство Convallariaceae		
Купена лекарственная (<i>Polygonatum officinale</i> All.)	sol	sp
Семейство Convolvulaceae		
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	sp	-
Семейство Crassulaceae		
Очиток пурпурный (<i>Sedum purpureum</i> (L.) Schult.)	sol	-
Семейство Equisetaceae		
Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.)	sol	sol
Семейство Ericaceae		
Грушанка круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i> L.)	-	sp
Ортилия однобокая (<i>Orthilia secunda</i> (L.) House)	-	sp
Семейство Fabaceae		
Горошек заборный (<i>Vicia sepium</i> L.)	sol	-
Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> L.)	sol	-
Клевер люпиновый (<i>Trifolium lupinaster</i> L.)	sol	-
Чина гороховидная (<i>Lathyrus pisisiformis</i> L.)	sol	sol
Чина луговая (<i>Lathyrus pratensis</i> L.)	sol	-
Чина лесная (<i>Lathyrus sylvestris</i> L.)	sol	sol

Таблица 1 (продолжение). Видовой состав и обилие видов травяного яруса культур сосны обыкновенной до и после смыкания крон

Виды растений	Культуры сосны 13 лет	Культуры сосны 23 лет
Чина клубненосная (<i>Lathyrus tuberosus</i> L.)	sol	-
Семейство Geraniaceae		
Герань сибирская (<i>Geranium sibiricum</i> L.)	sol	-
Семейство Lamiaceae		
Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea</i> L.)	sol	sol
Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)	sol	-
Змееголовник Руйша (<i>Dracocephalum ruyschiana</i> L.)	sol	-
Зопник клубненосный (<i>Phlomis tuberosa</i> L.)	sol	sol
Семейство Liliaceae		
Лилия саранка (<i>Lilium martagon</i> L.)	sol	-
Семейство Poaceae		
Вейник тростниковидный (<i>Calamagrostis arundinacea</i> L.)	cop ₂	sp
Костер безостый (<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub)	cop ₁	-
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.)	cop ₂	-
Мятлик узколистый (<i>Poa angustifolia</i> L.)	cop ₃	sp
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)	cop ₂	-
Полевица гигантская (<i>Agrostis gigantea</i> Roth.)	cop ₂	sol
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> L.)	cop ₂	sol
Семейство Polygonaceae		
Щавель кислый (<i>Rumex acetosa</i> L.)	sol	-
Семейство Plantaginaceae		
Подорожник степной (<i>Plantago stepposa</i> Kuprian.)	sol	sol
Семейство Ranunculaceae		
Василистник малый (<i>Thalictrum minus</i> L.)	sol	sol
Василистник простой (<i>Thalictrum simplex</i> L.)	sol	-
Ветреница лесная (<i>Anemone sylvestris</i> L.)	sol	sol
Лютик многоцветковый (<i>Ranunculus polyanthemos</i> L.)	sol	-
Семейство Rosaceae		
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.)	sol	sp
Клубника зеленая (<i>Fragaria viridis</i> Duch.)	cop ₃	sp
Лапчатка серебристая (<i>Potentilla argentea</i> L.)	sol	-
Репешок волосистый (<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.)	sol	sol
Таволга степная (<i>Filipendula stepposa</i> Juz.)	sol	-
Таволга обыкновенная (<i>Filipendula vulgaris</i> Moench)	sol	sol
Семейство Rubiaceae		
Подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.)	sol	-
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.)	sol	-
Семейство Scrophulariaceae		
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.)	sol	-
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	sol	-
Семейство Violaceae		
Фиалка полевая (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	sol	sol

Примечание: Обилие видов по шкале Друде: cop₃ — вид встречается очень обильно; cop₂ — вид встречается обильно; cop₁ — вид встречается довольно обильно; sp — вид встречается рассеянно; sol — единичные растения.

Таблица 2. Экологический и эколого-ценотический состав травяного яруса культур сосны обыкновенной (% от общего числа видов яруса)

Группы растений	Культуры сосны 13 лет	Культуры сосны 23 лет
Экологические группы по отношению к свету		
Гелиофиты	82,8	17,2
Семигелиофиты	62,5	37,5
Эколого-ценотические группы		
Березняковые	32,8	43,8
Луговые	34,4	15,6
Лесостепные	20,3	18,8
Боровые	3,1	12,5
Сорные	9,4	9,4

тур включал 64 вида 52 родов 21 семейства (табл. 1). Наиболее представленными по числу видов семействами являлись Asteraceae (20,3%), Poaceae (10,9%), Fabaceae, Apiaceae, Rosaceae (по 9,4%).

По прошествии 10 лет повторные исследования в уже сомкнувшихся сосновых культурах показали, что количество суммарной солнечной радиации, проникающей к нижним ярусам лесных насаждений, снизилось до 17,2% от радиации открытой местности. Такое существенное ухудшение светового режима отразилось на состоянии травяного покрова: после смыкания крон древостоя произошла элиминация из напочвенного покрова многих светолюбивых видов растений. Результатом этих процессов явилось снижение видовой разнообразия и обилия видов травяного яруса. Среднее проективное покрытие почвы травами составило здесь 15–20%. В составе яруса было отмечено лишь 32 вида 28 родов 12 семейств. В сравнении с 13-летними культурами, существенно снизилась доля видов семейства Asteraceae (до 13,3%) и Fabaceae (3,3%). Несколько возрос вклад семейств Rosaceae и Poaceae (16,7 и 13,3%), что объясняется общим снижением числа семейств в составе яруса. Важно отметить, что в 23-летних культурах впервые отмечено появление типичных для естественных сосновых лесов видов семейства Ericaceae: *Orthilia secunda* и *Pyrola rotundifolia*. Наличие этих видов в травяном ярусе свидетельствует о том, что в сомкнутых насаждениях для них сформировались достаточно комфортные условия, в частности благодаря устранению конкуренции со стороны большей части светолюбивых видов, господствовавших в молодых культурах сосны.

Экологический анализ видового состава травяного яруса до и после смыкания крон древостоя показал, что в состав исследуемых сообществ входят две группы видов растений по отношению к световому режиму: ге-

лиофиты (светолюбивые) и семигелиофиты (теневыносливые). Установлено, что во всех исследуемых лесных ценозах преобладают светолюбивые виды трав, однако в несомкнутых культурах сосны доля гелиофитов составляет в среднем 82,8%, а в сомкнувшихся культурах 62,5% (табл. 2).

Необходимо также отметить, что светолюбивые виды, сохранившиеся после смыкания древостоев, значительно снижают обилие в травяном ярусе 23-летних сосновых насаждений. Так, гелиофиты *Fragaria viridis* и *Poa angustifolia*, которые характеризовались очень высоким обилием в молодых культурах сосны, в сомкнувшихся сосняках встречались рассеянно; *Cirsium setosum*, *Pimpinella saxifrage*, *Centaurea scabiosa* уменьшили представленность в травяном ярусе с *cop*₁ до *sol*. Напротив, многие теневыносливые виды трав после смыкания крон сосны увеличили обилие (*Rubus saxatilis*, *Polygonatum officinale*, *Pulmonaria obscura*, *Orthilia secunda*, *Pyrola rotundifolia*).

Анализ эколого-ценотической приуроченности видов травяного покрова показал, что в открытых сосновых ценозах 13-летнего возраста преобладали светолюбивые виды луговой эколого-ценотической группы (34,4%). После смыкания крон древостоя доля видов этой группы снизилась более чем в 2 раза. Светолюбивые лесостепные виды также снизили свою представленность в травяном ярусе (до 18,8%). Наряду с этим, доля теневыносливых видов лесных сообществ после смыкания крон сосны заметно возросла: виды березняковой ЭЦГ увеличили представленность в ярусе с 32,8 до 43,8%, а доля боровых видов выросла в 4 раза (до 12,5%). Вклад сорных видов в сложение травяного яруса за 10 лет не изменился и составил 9,4% от общего числа видов, однако обилие этих видов существенно снизилось и не превышало *sp-sol* по шкале Друде.

Выводы

1. В несомкнутых культурах сосны 13-летнего возраста к земной поверхности поступает в среднем 48,7% от суммарной солнечной радиации открытого участка. В культурах сосны 23-летнего возраста с сомкнутостью крон 80% доля поступающей суммарной радиации снижается до 17,2%.
2. В культурах 13-летнего возраста травяной ярус включает 64 вида 52 родов 21 семейства. Наиболее представлены по числу видов семейства Asteraceae (20,3%) и Poaceae (10,9%). В травостое 23-летних культур отмечено 32 вида 28 родов

- 12 семейств. Снизилась доля видов семейств Asteraceae (до 13,3%) и Fabaceae (3,3%); увеличилась представленность семейств Rosaceae (16,7%), Poaceae (13,3%) и Ericaceae (6,3%).
3. Во всех исследуемых сообществах преобладают светолюбивые виды трав, причем в несомкнутых культурах сосны доля гелиофитов составляет в среднем 82,8%, а в сомкнувшихся сосняках — 62,5%.
4. После смыкания крон сосновых древостоев в травяном ярусе снижается доля видов луговой ЭЦГ (на 18,8%), увеличивается представленность безрезняковых и борových видов (на 11,0 и 9,4% соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В.А. Световой режим леса. Л.: Наука, 1975. — 225 с.
2. Богданова А.Ю., Кулясова О.А. Особенности радиационного режима в культурах сосны обыкновенной разного возраста // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. — С. 148–153.
3. Волкорезов В.И., Лаврова О.П., Петухов Н.В., Нефедов А.А. Влияние сомкнутости крон древостоя на количественные показатели доминантов травяно-кустарничкового яруса сосняков Нижегородского Поволжья // Вестник Нижегородского ун-та. Серия: Биология. 1999. № 1. С. 11–14.
4. Гедых В.Б., Мироненко В.И. Освещенность и живой напочвенный покров в сосновых культурах разного возраста // Лесоведение. 1999. № 2. С. 68–76.
5. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). М.: КМК, 2002. — 526 с.
6. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М.: КМК, 2003. — 665 с.
7. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М.: КМК, 2004. — 520 с.
8. Дамбиев Э.Ц., Тулохонов А.К. Влияние факторов среды на взаимоотношения соснового леса и степи в степных котловинах Байкальского региона // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. — 2018. — № 4. — С. 87–89.
9. Иваненко А.С., Кулясова О.А. Агроклиматические условия Тюменской области. Тюмень: Изд-во ТГСХА, 2008. — 206 с.
10. Косарев В.П., Андрищенко Т.Т. Лесная метеорология с основами климатологии. Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 288 с.
11. Кулясова О.А. Плодородие темно-серых лесных почв под культурами сосны обыкновенной разного возраста в Северной лесостепи Западной Сибири // АПК России. — 2017. — Т. 24. — № 5. — С. 1103–1110.
12. Луганский Н.А., Залесов С.В., Щавровский В.А. Лесоведение. Екатеринбург, Изд-во УрГЛА, 1996. — 373 с.
13. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск № 5. Актинометрические наблюдения. Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Москва, 1997. — 223 с.
14. Ронгинская А.В. Динамические процессы в луговых фитоценозах. Новосибирск: Наука, 1988. — 159 с.
15. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. — 197 с.
16. Шарый П.А., Шарая Л.С., Сидякина Л.В., Саксонов С.В. Влияние солнечной энергии и сомкнутости крон деревьев на богатство видов травянистой растительности юга лесостепи // Сибирский экологический журнал. 2017. Т. 24. № 5. С. 539–552.
17. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. — 447 с.
18. Holeksa Ja. Relationship between field-layer vegetation and canopy openings in a Carpathian subalpine spruce forest / Ja. Holeksa // Plant Ecology. — 2003. — Vol. 168. — No 1. — P. 57–67.

© Кулясова Оксана Алексеевна (oksana-2505kul@mail.ru), Касторнова Марина Геннадьевна (morskae.t90@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СЕТИ СТАНЦИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

OPTIMIZATION OF THE NETWORK STRUCTURE OF ENVIRONMENTAL MONITORING STATIONS

**S. Malko
V. Dorovskoy
A. Semenova
I. Dorovskaya**

Summary. As a result of the research carried out, the task of analyzing the structure of the network of stationary air observation posts was formulated in order to improve the quality of pollution awareness at minimal cost. A method for placing a network of observation posts is proposed, based on the known models of dispersion of pollutants in the atmosphere, the theory of a regionalized variable, and kraging methods to obtain adequate estimates of emissions from stationary technogenic sources of impurity emission.

Keywords: synthesis, automated system, information model, environmental monitoring, kraging methods, method of placing a network of observation posts.

Малько Сергей Владимирович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Керченский
государственный морской технологический
университет», г. Керчь
sergmalko@mail.ru

Доровской Владимир Алексеевич

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Керченский
государственный морской технологический
университет», г. Керчь

Семенова Анна Юрьевна

К.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Керченский
государственный морской технологический
университет», г. Керчь

Доровская Ирина Дмитриевна

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской
технологический университет», г. Керчь

Аннотация. В результате проведенных исследований сформулирована задача анализа структуры сети стационарных постов наблюдения атмосферного воздуха с целью повышения качества информированности о загрязнении при минимальных затратах. Предложен метод размещения сети постов наблюдения, основанный на известных моделях рассеяния примеси в атмосфере, теории о регионализованной переменной и методах крайгинга для получения адекватных оценок о выбросах стационарных техногенных источников эмиссии примеси.

Ключевые слова: синтез, автоматизированная система, информационная модель, экологический мониторинг, методы крайгинга, метод размещения сети постов наблюдения.

Актуальность темы исследований

Мониторинг стационарных источников загрязнения частично может вестись с использованием стационарных постов контроля состояния атмосферного воздуха [1, 2, 5–8]. В связи с высокой стоимостью внедрения и эксплуатации таких постов, а также стохастическим характером распространения примеси в атмосфере, эффективность работы группы стационарных постов региона существенно зависит от расположения их в пространстве [6]. С одной стороны, необходимо выбрать такое количество постов и их размещение, чтобы в течение времени нормирования наблюдений вероятность обнаружения концентраций выбросов, превышающих ПДК, была не менее установленного доверительного интервала (обычно выбирают 95% веро-

ятность обнаружения для совокупности стационарных постов), с другой стороны, стоимость эксплуатации всех постов в течение времени нормирования не должна превышать ожидаемый ущерб от детерминированных источников загрязнения, иначе использование таких постов экономически нецелесообразно. Поэтому **целью работы** является формулирование задачи анализа структуры сети стационарных постов наблюдения атмосферного воздуха для повышения качества информированности о загрязнении при минимальных затратах.

Постановка задачи

Пусть m существующих источников выбросов размещены в различных точках P_1, P_2, \dots, P_m пространства, а n стационарных постов наблюдения — в точках X_1, X_2, \dots

X_n . Обозначим затраты на обеспечение работы одного стационарного поста через c_{ij} .

Пусть также на исследуемом пространстве задана минимально допустимая вероятность обнаружения выбросов сетью стационарных постов p_{min} .

Тогда многоэлементная задача размещения может быть сформулирована как задача выбора дополнительных постов и такого их расположения в точках выделенного пространства, при котором будут выполнены следующие условия:

1. Интегральная вероятность обнаружения загрязнения группой стационарных постов должна быть не менее установленного значения p_{min} (обычно 0,95): $p_{\Sigma} \geq p_{min}$
2. Расположение стационарных постов в местах наиболее вероятного обнаружения выброса с учетом розы ветров, характерной для данной местности, для множественных стационарных мест выброса должно быть таким, чтобы все источники загрязнения были представлены максимальным образом;

Интегральная эксплуатационная стоимость всех N постов стационарного наблюдения

$$Se = \sum_{m=1}^N (c_{ij})_m$$

не должна превышать суммарный ожидаемый ущерб Ms от рассматриваемых стационарных источников загрязнения: $Se \leq Ms$. Эксплуатационная стоимость стационарных постов наблюдения в течение времени нормирования определяется на основе технико-экономического анализа, а ожидаемый ущерб регламентирован стоимостью квоты выбросов и размером штрафных санкций их превышения. Так как величина превышения квоты на прогнозируемый период неизвестна, то допускается принимать ее равной размеру превышений за предыдущий отчетный период [7, 8]. Сверхквотируемые выбросы от стационарных источников для прогнозируемого периода можно отнести к стохастической компоненте загрязнения. В качестве исходных данных для анализа существующей структуры сети мониторинга на уровне территории необходима следующая информация [3]:

- ◆ план территории;
- ◆ пространственное распределение промышленных предприятий (с указанием типа технологий, потенциально приводящих к значительным выбросам загрязняющих веществ, и существующих средств контроля выбросов);
- ◆ данные о параметрах и выбросах из всех значительных точечных источников загрязнения и основных рассредоточенных источников;

- ◆ пути прохождения и интенсивность основных транспортных потоков;
- ◆ топографические и метеорологические данные, с которыми могут быть связаны рассеивание выбросов и перенос загрязнения;
- ◆ пространственное распределение плотности населения, проживающего на данной территории;
- ◆ основные характеристики населения на различных территориях, включая состояние здоровья, распределение по возрасту, и т.д. (на последнее может указывать расположение больниц, школ, домов престарелых и т.д.).

Результаты исследований. Методика рационального расположения стационарных постов наблюдения

Методика размещения стационарных постов [4, 5] состоит из 3 самостоятельно связанных друг с другом частей, направленных на последовательное сужение зоны поиска наилучших мест размещения, и базируется на использовании различных подходов, обеспечивающих:

1. определение зоны возможного превышения предельно допустимых концентраций примесей;
2. моделирование распределения концентраций загрязнений в приземном слое воздуха;
3. определение мест размещения постов на основании расчетов пространственной изменчивости загрязнений.

Определение зоны возможного превышения предельно допустимых концентраций примесей

Для мониторинга выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных промышленных источников с известными характеристиками выбросов необходимо определить пространство, для которого возможно превышение предельно допустимых концентраций примесей (рис. 1).

Такую информацию можно получить путем предварительного моделирования выбросов с использованием известных моделей рассеяния примеси в атмосфере, адекватных рассматриваемым процессам выбросов, характерных для рассматриваемых стационарных техногенных источников эмиссии примеси [5–9]. К таким моделям можно отнести гауссовы модели рассеяния нейтральных и тяжелых газов.

Моделирование рассеяния от стационарных источников позволяет определить массив распределения максимальных концентраций $c_m(x, y, z)$ в пространстве в районе действия источника загрязнения.

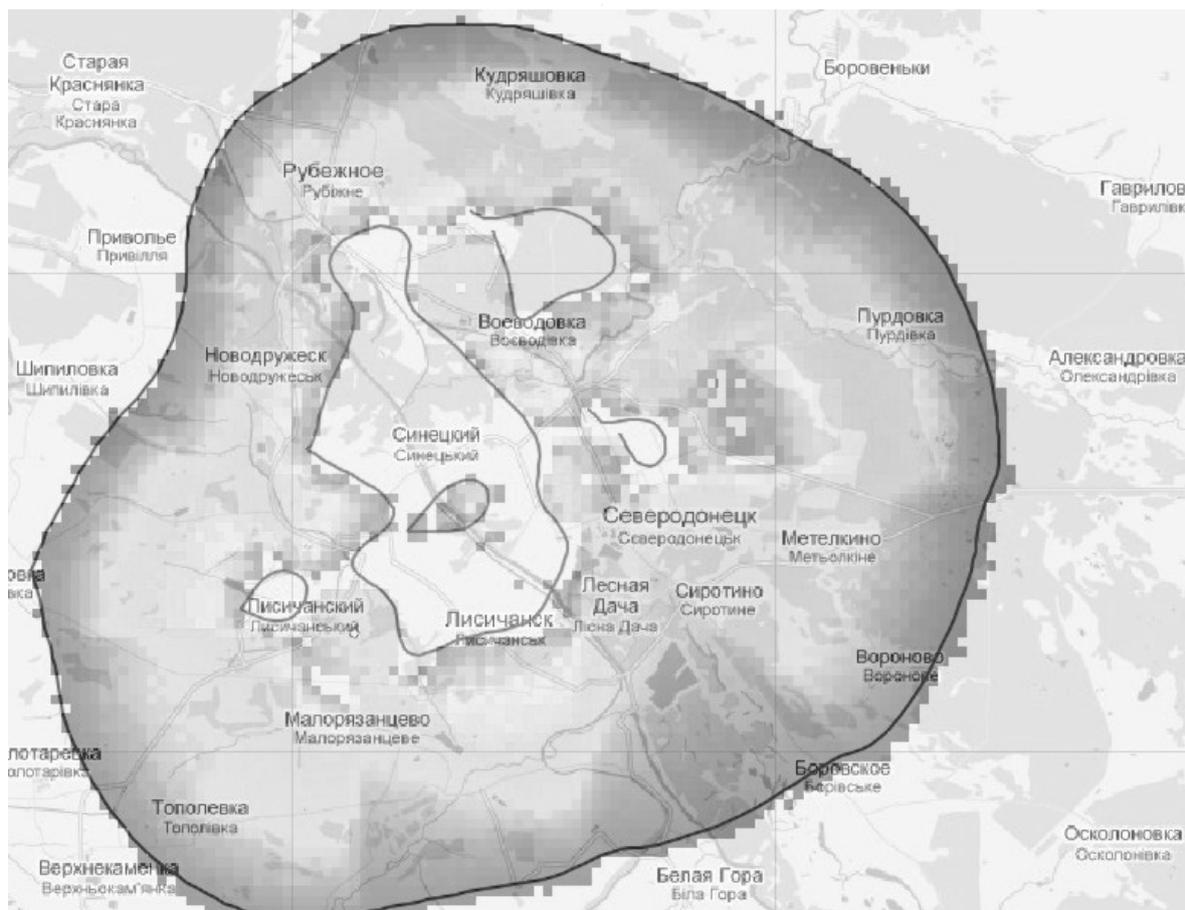


Рис. 1. Зона возможного превышения предельно допустимых концентраций примесей

Входные данные приведенных методик содержат n независимых (совместных) стохастических показателей погодных условий и производительности источника (скорость ветра, класс стабильности атмосферы, направление ветра, мощность источника и др.). Сочетание количественных значений стохастических показателей определяют вероятность реализации распределения концентраций в пространстве (1):

$$x \in [x_{\min}, x_{\max}]; y \in [y_{\min}, y_{\max}]; z \in [z_{\min}, z_{\max}] \quad (1)$$

где x_{\min} , x_{\max} — максимальная и минимальная координата зоны определения концентраций по оси x ;

y_{\min} , y_{\max} — максимальная и минимальная координата зоны определения концентраций по оси y ;

z_{\min} , z_{\max} — максимальная и минимальная координата зоны определения концентраций по оси z ;

В результате моделирования получаем массив $c_m(x, y, x)$ с учетом розы ветров данной местности. Тогда возможно выделить пространство, в котором концентрация превышает предельно допустимое значение. В пределах этого пространства необходимо проводить замеры.

Определение пространственной изменчивости загрязнения

Для получения информации об ожидаемых концентрациях загрязнителей используются известные модели распространения примеси в атмосфере от стационарных источников, с помощью которых вычисляется пространственно-временное распределение концентрации примеси при заданных условиях выброса для заданного источника загрязняющей примеси.

На рисунке 2 отображается моделируемое распределение максимальных концентраций загрязнителя при выбросе от одиночного стационарного источника загрязнения, превышающих ПДК (предельно допустимой концентрации для выбранного для мониторинга вещества опасной примеси).

Модель дисперсии примеси в атмосфере известна и представлена в работах [5, 10–13] и также программных кодах EFFEKT, ALOHA, RIZEX-2 и других. Входные данные для моделирования распределения концентраций в пространстве являются стохастическими (b_{ij}): направ-

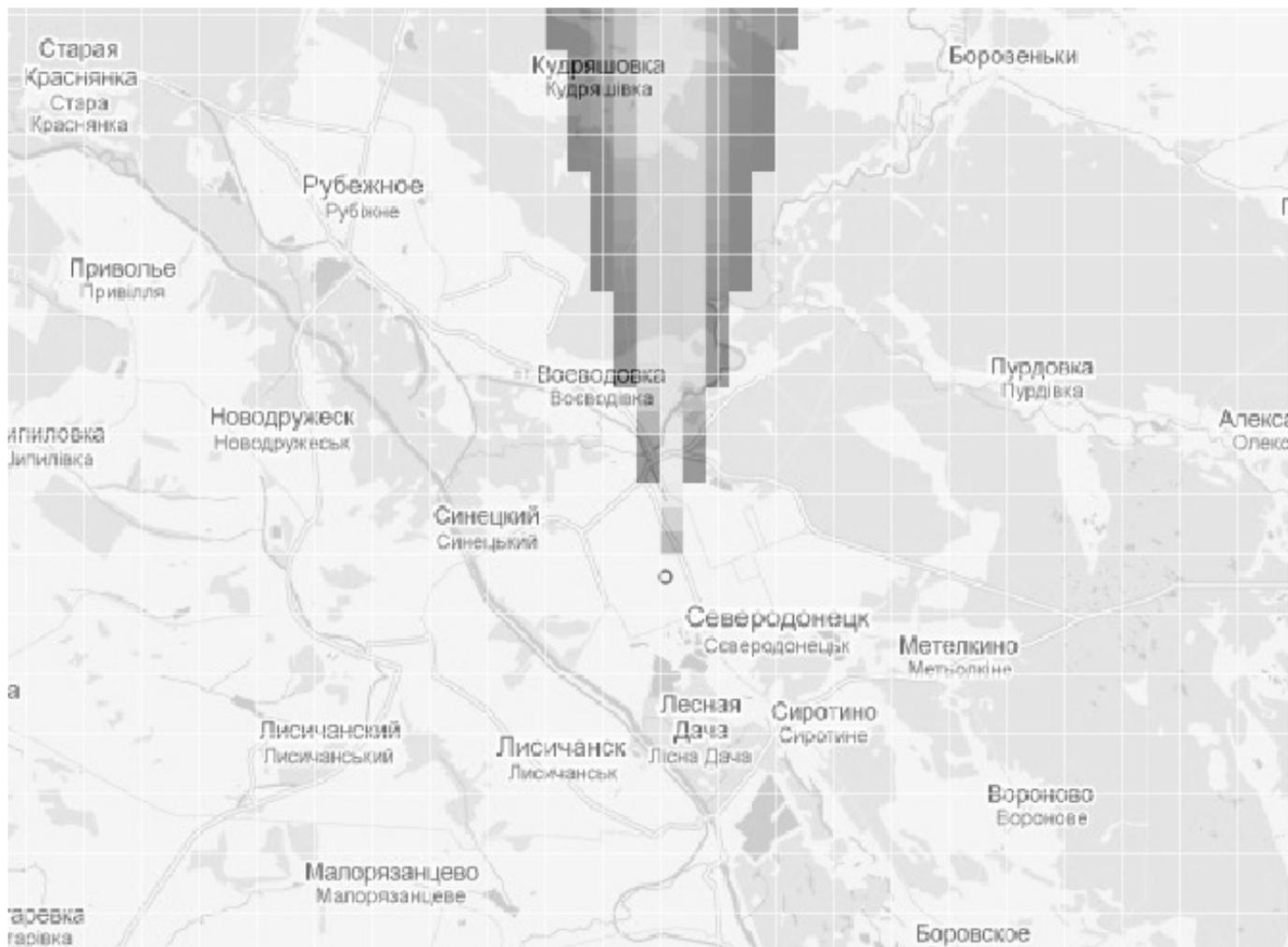


Рис. 2. Распределение максимальных концентраций (выше ПДК) от одного источника загрязнения при заданных погодных условиях

ление ветра; скорость ветра; стабильность атмосферы (инверсия, конвекция, изотермия); мощность источника загрязнения и др. Каждый стохастический i -й параметр характеризуется вероятностью нахождения в пределах некоторых диапазонов его изменения. Любой набор вероятных входных параметров исключает проявление другого набора, следовательно, объединяется по логической связи «исключающем ИЛИ». Это значит, что при наличии вектора фазовых переменных Φ_i входных данных для каждого источника, их значения распределяются с различной вероятностью по диапазонам полного набора значений. Метеорологические данные, присущие данной местности характеризуются «розой ветров». Роза ветров, построенная по реальным данным наблюдений, позволяет по длине лучей построенного многоугольника выявить вероятность направлений ветра, а также вероятность скорости на высоте 10 метров. На рисунке 3 представлена диаграмма для 16 секторов направлений ветра. Существуют данные для 4, 8 и 16 сек-

торов. Наиболее распространенные данные для 8 секторов, но предпочтительнее для 16.

Роза ветров строится на основании данных измерений, полученных в течение определенного периода и представленные в табличном виде на рисунке 4.

Данные для розы ветров, число секторов и классов ветра редактируется и задается в соответствии с доступными исследователю данными. Рекомендуется использовать фиксированное, представленное в таблице число диапазонов скоростей ветра. При скорости ветра более 7 м/с интенсивность рассеяния облака достаточно высока и угроза от него существенно уменьшается. Эти данные для розы ветров можно получить напрямую из метеорологических данных или провести замеры (собрать данные иных замеров) и обработать их для заполнения таблиц по результатам наблюдений следующим способом:

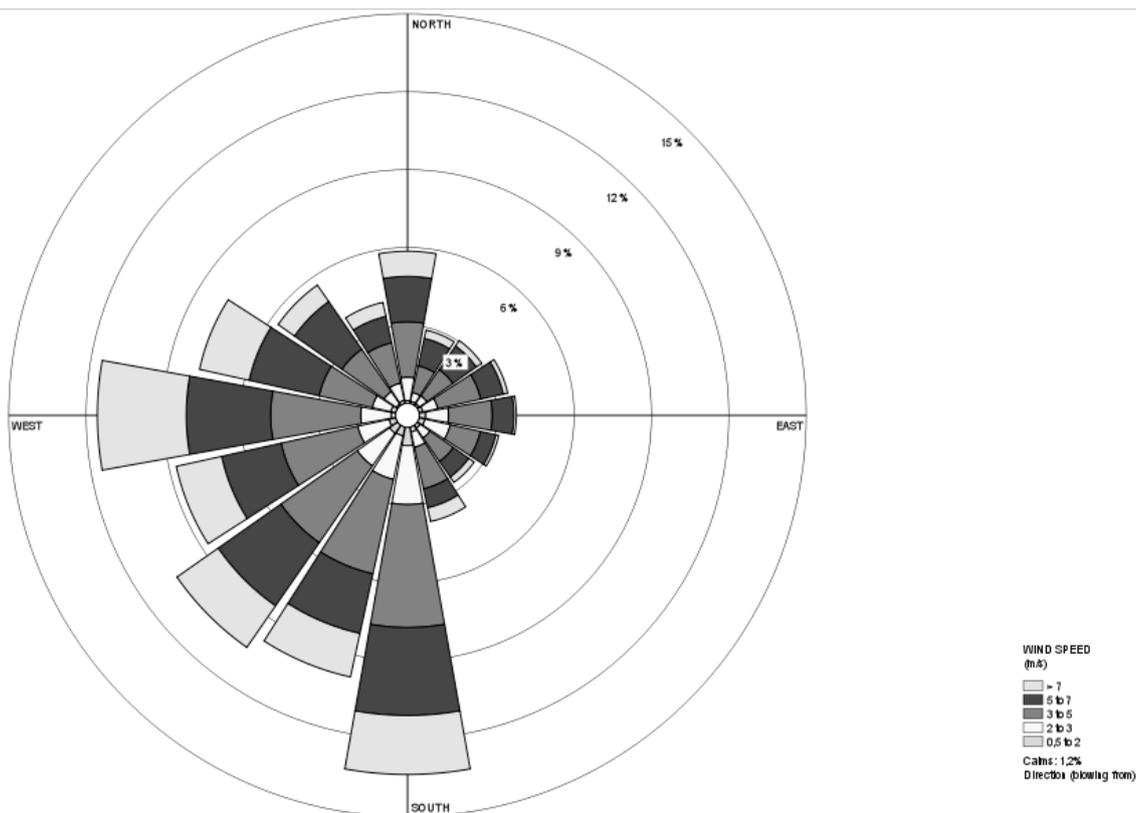


Рис. 3. Роза ветров для выбранной местности (г. Северодонецк)

	Directions / Wind Classes (m/s)	0,5 - 2	2 - 3	3 - 5	5 - 7	>= 7	Total
1	348,75 - 11,25	9	78	185	152	84	508
2	11,25 - 33,75	8	30	91	94	28	251
3	33,75 - 56,25	8	31	107	96	22	264
4	56,25 - 78,75	13	51	148	78	15	305
5	78,75 - 101,25	21	77	147	73	8	326
6	101,25 - 123,75	20	87	104	53	10	274
7	123,75 - 146,25	12	40	96	63	22	233
8	146,25 - 168,75	17	52	142	65	47	323
9	168,75 - 191,25	61	197	411	294	197	1160
10	191,25 - 213,75	30	149	323	204	149	855
11	213,75 - 236,25	33	133	313	257	169	905
12	236,25 - 258,75	23	108	264	205	156	756
13	258,75 - 281,25	15	102	303	284	299	1003
14	281,25 - 303,75	17	64	183	241	171	676
15	303,75 - 326,25	6	50	173	194	67	490
16	326,25 - 348,75	11	59	138	90	48	346
	Sub-Total	304	1308	3128	2443	1492	8675
	Calms						109
	Total						8784

Рис. 4. Данные розы ветров

- ♦ фиксировать усредненные скорости и направления ветра в течение времени усреднения для каждого одиночного замера (время усреднения, например, принимать равным 1 часу). Чем большее число замеров будет произведено в течение времени определения розы ветров, тем более точный результат будет получен. Рекомендуется проводить ежедневные замеры в разное время суток в течение четырех — пяти лет;

сортировать полученный массив скоростей по возрастанию и вычислить массив, хранящий значения числа замеров, для которых значения скоростей ветра попадали в указанные диапазоны. Можно принять вероятность соответствующей скорости ветра как

$$P_{vi} = \frac{n_i}{N},$$

где n_i — число замеров, попадающих в соответствующий i -й диапазон скоростей ($i \in 1 \dots 5$ в соответствии с таблицей на рисунке 4), N — общее число замеров;

провести аналогичную обработку результатов для направлений ветров, рассчитав вероятность того, что направление ветра попадет в соответствующий диапазон значений, получить массив вероятностей направлений ветра как

$$P_{wdj} = \frac{k_j}{N},$$

где k_j — число замеров, попадающих в соответствующий j -й диапазон направлений ($j \in 1 \dots 8$ в соответствии с таблицей на рисунке 4), N — общее число замеров.

Алгоритм получения средних значений направления ветра для заданного времени усреднения замера по мгновенным значениям направлений таков: при наличии n значений направления ветра, полученных в течение времени усреднения T , определяем среднее направление ветра x (град) по минимальному отклонению среднего значения от всех мгновенных показателей a_i (град), полученных в течение времени усреднения. Значения направления ветра получаем целочисленными величинами в градусах от направления на север.

Перебирая показатель a_i для фиксированного r_i получаем:

если $|x - a_i| \leq 180$, то $r_i = |x - a_i|$, иначе

$$r_i = 360 - |x - a_i|;$$

рассчитываем сумму всех отклонений от величины x :

$$zn = \sum_{i=0}^n r_i;$$

проходим в цикле все значения X от 0 до 359 градусов с шагом в 1 градус и вычисляем значение Z для каждого значения X ;

в процессе цикла определяем минимальное значение Z для всех значений X и соответствующее ему значение X .

Полученное значение является искомой величиной направления ветра, отклоняющейся от массива мгновенных значений на минимальную величину.

Данные могут быть получены и иными методами. В большинстве случаев данные метеорологических наблюдений доступны в виде стандартных файлов, представленных открытым форматом (например, LAKES FORMAT [11, 12]). Итоговая условная вероятность реализации набора входных параметров определяется как (2):

$$P_j = \prod_{k=1}^N P_k, \tag{2}$$

где N — суммарное число независимых входных параметров, определяющих интенсивность распространения загрязнителя в пространстве.

Итоговая вероятность определения концентрации вещества, превышающей ПДК, выбранного для мониторинга от одного источника, в заданной точке поверхности земли (x, y) вычисляется как (3):

$$P_{ПДК}(x, y) = \sum_{j=1}^F \left(\prod_{k=1}^N P_k \right)_j, \tag{3}$$

где $F = \prod_u b_u$ —

количество возможных сочетаний вероятных независимых входных параметров. Вероятность того, что ветер будет иметь направление от источника выброса в координату (x, y) определяется из «розы ветров».

Например, для одиночного источника загрязнения итоговое поле условной вероятности обнаружения концентраций, превышающих ПДК (при условии реализации выбросов заданной производительности от данного источника), ограниченное нижней вероятностью порядка 0,005 (рис. 5).

Пунктирной линией ограничена территория, внутри которой вероятность обнаружения выбросов от данного источника превышает минимальную 0,005, жирной пунктирной линией отмечено пространство, вероятность обнаружения загрязнителя в котором превышает мини-

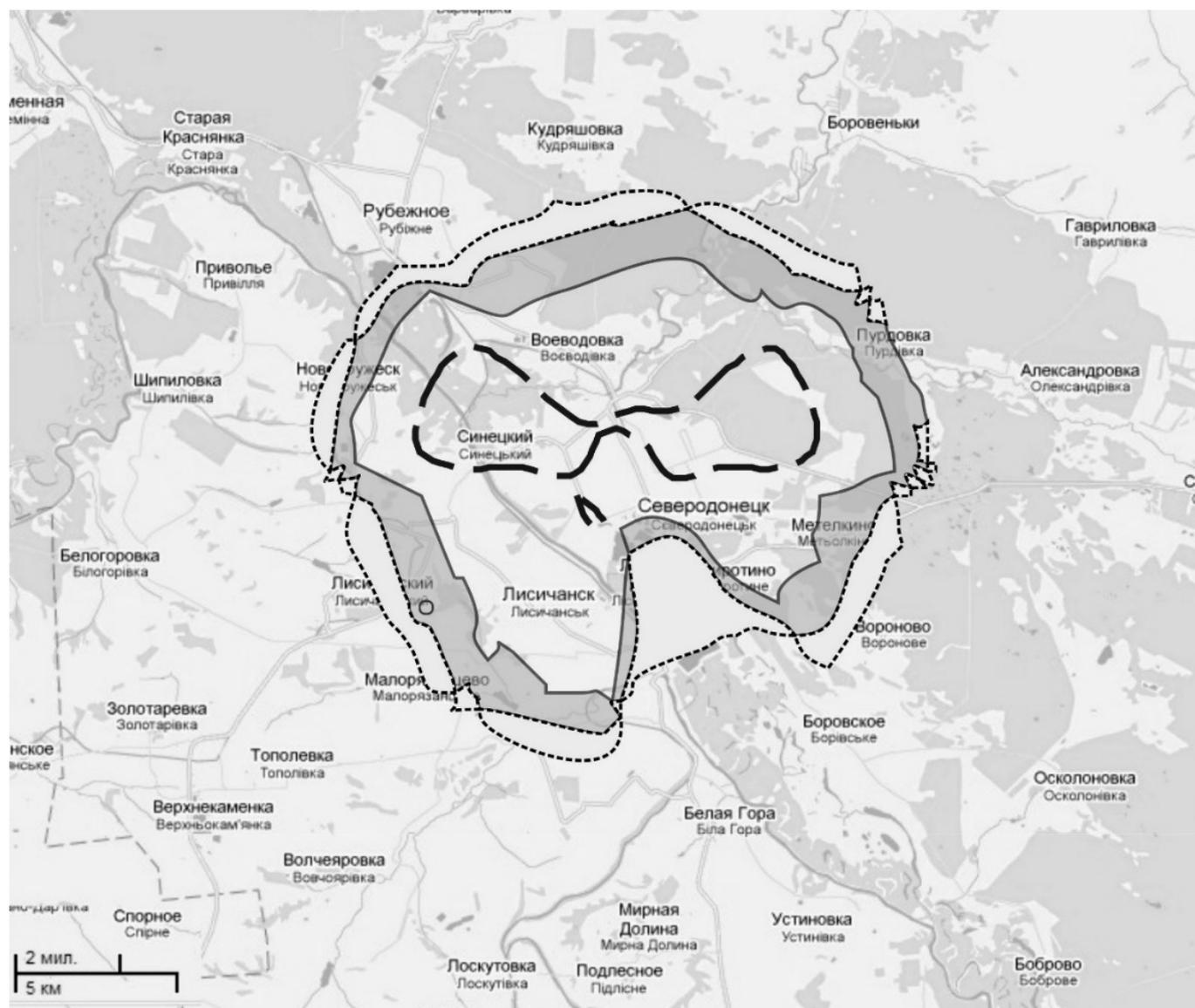


Рис. 5. Поле вероятности обнаружения концентраций, превышающих ПДК, от одного источника загрязнения (г. Северодонецк)

мально допустимую 0,05. Поле на рисунке 5 (и изолинии) получено для местности региона Северодонецк-Рубежное путем учета розы ветров и вероятностей выбросов примеси для данного источника опасности (ЧАО «Северодонецкое объединение «Азот»).

Сортировка вектора вероятностей (поля вероятности) по убыванию позволяет выделить набор координат, для которого итоговая вероятность $P_{\Sigma} \geq 0,95$. При этом необходим набор как минимум 4-х стационарных постов.

Если учитывать множественные стационарные источники загрязнения, необходимо построить такое же поле для всех учитываемых источников. Объединенное поле

вероятности от множественных независимых источников NI интегрируется по формуле (4):

$$PI_{\text{ПДК}}(x, y) = 1 - \prod_1^M \left(1 - \sum_{j=1}^F \left(\prod_{k=1}^N P_k(x, y) \right) \right) \quad (4)$$

На рисунке 6 представлено такое поле для трех различных источников загрязнения.

Если число датчиков или стационарных постов известно, то при выборе узлов координатной сетки для их размещения, в которых вероятность обнаружения выброса максимальна, сумма этих вероятностей дает представление о надежности обнаружения выбросов.

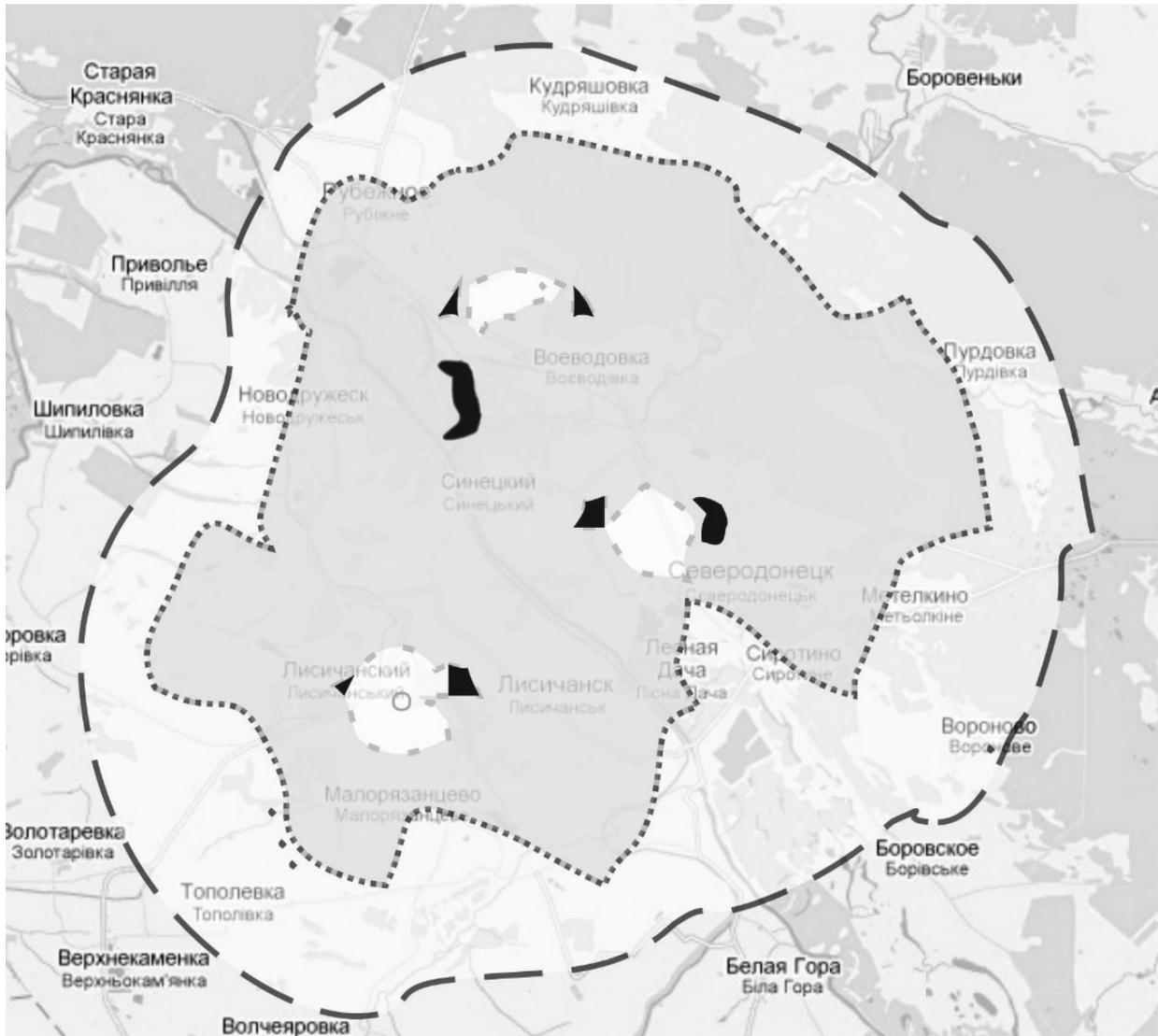


Рис. 6. Поле вероятности обнаружения концентраций, превышающих ПДК, от трех различных стационарных источников загрязнения

Если суммарная вероятность в этих узлах ниже приемлемой, величина которой определяется путем согласования с органами местного и государственного управления, то можно сделать вывод о необходимости дополнительных точек контроля за состоянием атмосферного воздуха. Суммируя значение вероятностей дальше по списку для координат дополнительных постов, вплоть до достижения приемлемого значения вероятности обнаружения выбросов дает нам необходимое число стационарных постов или датчиков.

Заключение

1. Необходимым условием успешного проведения мероприятий по снижению концентрации вредных выбросов и работ по охране чистоты атмос-

ферного воздуха является контроль, который дает объективную оценку работоспособности и эффективности всей деятельности по предупреждению загрязнения.

2. Сформулирована задача анализа структуры сети стационарных постов наблюдения атмосферного воздуха с целью повышения качества информированности о загрязнении при минимальных затратах.
3. Предложен метод размещения сети постов наблюдения, основанный на известных моделях рассеяния примеси в атмосфере, теории о регионализованной переменной и методах крайгинга для получения адекватных оценок о выбросах стационарных техногенных источников эмиссии примеси.

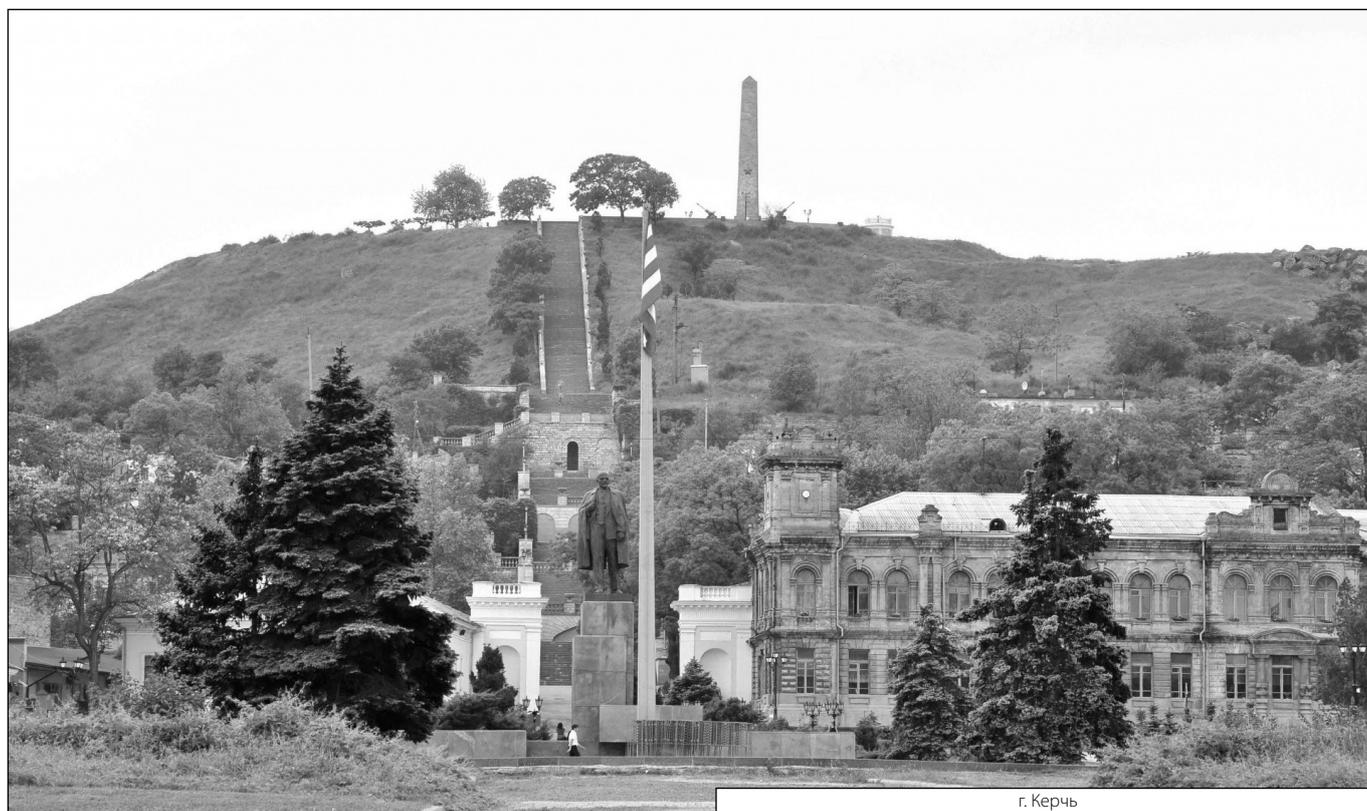
ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.Ф. Региональная безопасность (эколого-информационный аспект) / Абрамов Ю.Ф., Душутин В.К., Сидоркина Е.В. — Иркутск: Изд-во Иркутского государственного университета. 2003. — 200 с.
2. Анализ риска и его нормативное обеспечение / В.Ф. Мартынюк, М.В. Лисанов, Е.В. Кловач, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. — 1995. — N11. — С. 55–62.
3. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере / Белов П.Г. — М.: Академия, 2003. — 512 с.
4. Богатиков В.Н. Построение дискретных моделей химико-технологических систем. Теория и практика. Апатиты / Богатиков В.Н., Палюх Б.В. — изд. Кольского научного центра, 1995. 164 с.
5. Варзар Р.Л. Разработка автоматизированной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха: [Электронный ресурс] / Варзар Р.Л. — Режим доступа к работе: <http://masters.donntu.edu.ua/2009/fvti/varzar/diss/index.htm>.
6. Владимиров В.А. Оценка риска и управление техногенной безопасностью. Монография. / Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. — М.: ФИД «Деловой экспресс» — 2002—184 с.
7. Гринин А.С. Экологический менеджмент: Учебное пособие для вузов / Гринин А.С., Орехов Н.А., Шмидхейни С. — М.: ЮНИТИ — ДАНА, 2001 — С. 6
8. Декларирование промышленной безопасности опасных производственных объектов: Сборник документов. Серия 27. Выпуск 3 / Колл. Авто. — 4-е изд. — М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2005. — 296 с.
9. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды / Израэль Ю.А — М.: Гидрометеиздат, 1984. — 560 с.
10. Кейн В.М. Оптимизация систем управления по минимаксному критерию / Кейн В.М. — М: Наука, 1985. — 248с.
11. Gessing R. Two-level hierarchical control for stochastic optimal resource allocation / Gessing R. // "Int. J. Contr." - 1985. — № 1. — P.161–175., Moor R.E. A survey of interval methods for differential equations // "Proc. — 23rd — IEEE Conf. Decis. and Contr., Las Vegas, Nev. — 1984. — Vol.3. — P. 1529–1535.
12. J.B. Fussel. Improving System Safety Through Risk Assessment / J.B. Fussell and others — Proceedings 1979 annual reliability and maintainability symposium, pp. 160–164
13. Ryazantsev A. The principles of information grouping in process diagnostic system / Ryazantsev A., Skarga-Bandurova I. — Радиоэлектронные и компьютерные системы. — 2006. — № 7(19). — С. 136–139.

© Малько Сергей Владимирович (sergmalko@mail.ru), Доровской Владимир Алексеевич,

Семенова Анна Юрьевна, Доровская Ирина Дмитриевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Керчь

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЧЛЕНИСТОНОГИХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМАХ

WAYS TO INCREASE ARTHROPOD BIODIVERSITY FOR PLANT PROTECTION IN VARIOUS AGROECOSYSTEMS

**F. Miniyarov
A. Yaitsky**

Summary. This article studies organization of various methods of biological plant protection from pests and diseases in organic agriculture. Main section of the article was devoted to the necessary measures of preservation and increase of the functional biodiversity of arthropods on the used agricultural lands.

Keywords: natural enemies; predatory arthropods; parasitoids; hedges; flower stripes; orchards; agricultural fields; greenhouses.

Минияров Фарит Талгатович

К.б.н., доцент, заведующий лабораторией, ФГБОУ ВО
«Астраханский государственный университет»
fminiyarov@mail.ru

Яицкий Андрей Степанович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный социально-педагогический
университет»
yaitsky@sgspu.ru

Аннотация. Данная статья посвящена организации различных методов биологической защиты растений от вредителей и болезней в органическом сельском хозяйстве. Особое внимание уделено необходимым мероприятиям по сохранению и повышению функционального биоразнообразия членистоногих на используемых сельскохозяйственных угодьях.

Ключевые слова: естественные враги; хищные членистоногие; паразитоиды; живые изгороди; цветочные полосы; плодовые сады; сельскохозяйственные поля; теплицы.

Современные промышленные агроэкосистемы предусматривают крупномасштабное выращивание сельскохозяйственных растений (кукуруза, соя, рис, пшеница и др.) в монокультуре, что приводит к их генетической однородности и неустойчивости к вредителям и болезням [1, с. 72].

Для сохранения урожая используются различные пестициды, однако такие методы борьбы привели к появлению большого количества стойких к ядам насекомых, требующих все больше усилий для подавления вторичных вспышек этих вредителей [2, с. 3–5].

Другой подход в защите культурных растений используют в органическом земледелии; он предусматривает неиспользование инсектицидов [3, с. 69–84]. Основным принципом в такой технологии — долгосрочные мероприятия, предохраняющие сельскохозяйственные культуры от воздействия вредителей и болезней (табл. 1). Проводимые профилактические мероприятия, направленные на предотвращение роста численности вредителей и распространения болезней, являются более значимыми, чем защитные меры, т.к. устраняют причины проблемы, а не симптомы. Поэтому в органическом земледелии непосредственные защитные мероприятия против вредителей и болезней необходимы лишь в исключительных случаях.

Одним из важных профилактических мероприятий в органических агроэкосистемах является сохранение и более активное использование естественных врагов; оно направлено на восстановление функционального биоразнообразия животных и растений на используемых сельскохозяйственных угодьях [4, с. 110].

Наибольшее распространение и разнообразие хищных членистоногих наблюдается в поликультурных агроэкосистемах в связи с их многоядностью и требовательностью к разнородной среде обитания. Увеличение видового разнообразия растений в агроэкосистеме предоставляет для полезных организмов больше пищи: пыльцы (для хищных клещей, жуков и др.), нектара (для перепончатокрылых паразитоидов), всех стадий травоядных насекомых, которые не могут повредить культурные растения (для хищников и паразитоидов) [5, с. 294–309].

Агрохозяйства, занимающиеся органическим земледелием, используют различные способы сохранения уже присутствующих на культурах естественных врагов и интенсификации их воздействия, среди которых можно выделить создание живых изгородей; создание искусственных убежищ, сухих каменных стен и каменных биотопов; создание цветочных полос и др.

Таблица 1. Основные мероприятия для защиты растений от вредителей и болезней в органическом сельском хозяйстве (по [3])

№	Этапы и мероприятия
1	Этап 1. Предупредительные меры
1.1	Выбор адаптированных и устойчивых сортов к местным условиям.
1.2	Выбор чистых семян и посадочного материала.
1.3	Использование подходящих систем земледелия.
1.4	Сбалансированное обеспечение питательными веществами.
1.5	Внесение в почву органического вещества.
1.6	Применение подходящих методов возделывания почвы.
1.7	Осуществление водохозяйственных мероприятий.
1.8	Выбор оптимального времени и плотности посадки.
1.9	Применение надлежащих санитарных мер.
1.10	Сохранение и более активное использование естественных врагов.
2	Этап 2. Мониторинг
2.1	Регулярный мониторинг повреждений сельскохозяйственных культур (насекомые, клещи, нематоды, позвоночные, болезни и т.п.).
2.2	Мониторинг насекомых вредителей с помощью различных ловушек (с приманкой, клеевые, световые и др.).
3	Этап 3. Защитные меры
3.1	Механическая защита. Активный отлов вредителей с помощью световых, цветных, водных, клеевых, плодовых, феромонных и других ловушек. Ручной сбор.
3.2	Биологическая защита. Выпуск естественных хищников (профилактический и пиковый подходы).
3.3	Биологическая защита. Выпуск естественных антагонистов (бактерии, вирусы, грибы, нематоды и др.).
3.4	Биологическая защита. Природные инсектициды (ним, пиретрум, чилийский перец, чеснок и др.).
3.5	Биологическая защита. Приманочные культуры, растущие рядом с сельскохозяйственными культурами (для откладки яиц, в качестве корма, «отталкивающие» запахом и др.).
3.6	Биологическая защита. Минеральные природные пестициды (сера, растительная зола, пищевая сода, жидкое мыло, бордоская смесь и др.).

Живые изгороди из местных кустарников

Разнообразие кустарников возле сельскохозяйственных угодий предоставляет полезным организмам (насекомые, мелкие млекопитающие, рептилии, птицы) хорошие жизненные условия и обильные источники пропитания. Например, кустарники шиповника (р. *Rosa*) и орешника (р. *Corylus*) весьма важны для зимовки яйцевых паразитоидов цикадки *Empoasca vitis*. Наши исследования показали, что ранней весной взрослые особи кокцинеллид (*Coccinella septempunctata*) питались нектаром и пыльцой на кустах черной смородины (*Ribes nigrum*), входившей в состав живой изгороди вокруг плодового сада [6, с. 33]. Другим важным фактором использования живых изгородей является создание единого природного ландшафта. Возможное отрицательное влияние: затенение культурных растений, привлечение растительноядных птиц на сельхозугодья [7, с. 270–278].

Искусственные убежища. Сухие каменные стены и каменные биотопы

Кормушки для хищных птиц, скворечники и гнезда для птиц и летучих мышей, груды камней или веток яв-

ляются еще одним примером того, как можно дополнительно создать искусственные убежища для различных животных. Каменные стены создают благоприятные условия обитания для теплолюбивых видов животных. Постепенно на созданных каменных участках появятся специфичные виды растений и животных, способствующих созданию более стабильной экосистемы.

Цветочные полосы

Цветочные полосы создаются путем озеленения свободных пространств, междурядьев и площадей под культурными растениями с помощью однолетних или многолетних цветущих растений (от 3 местных видов). Такие растения, кроме предоставления пищи и укрытий для полезных организмов, предотвращают эрозию почвы и потерю ею влагоемкости. Основные требования для используемых цветущих растений: раннее первое цветение, длительное цветение в течение сезона, короткие цветы для доступа к нектару и пыльце различных полезных организмов, приспособленные к почвам на протяжении всего вегетационного периода и т.п. Для обеспечения непрерывного наличия цветущих трав чрезвычайно важным является чередование покоя. Возможное отрицательное влияние: конкуренция

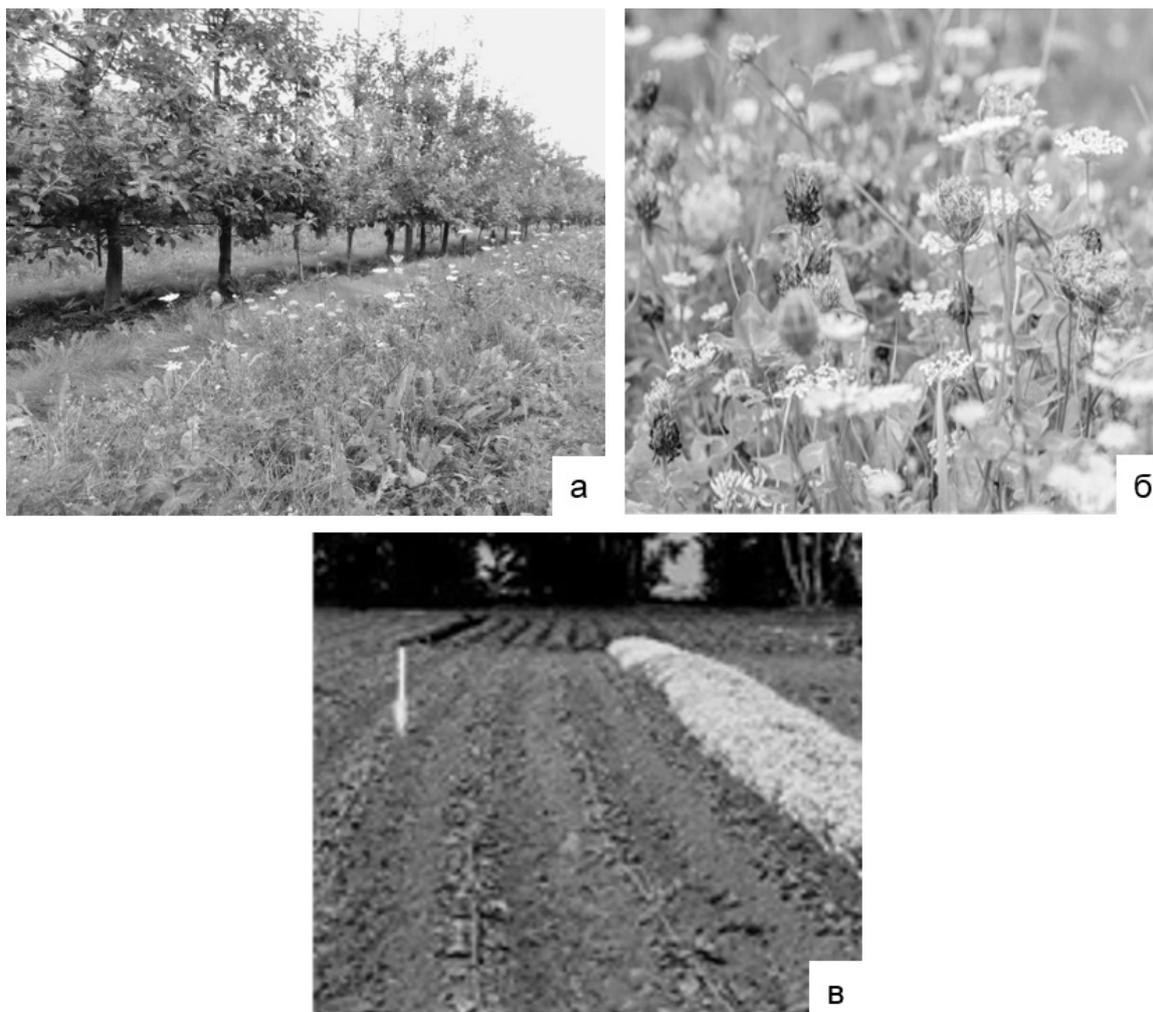


Рис. 1. Примеры использования цветочных полос в различных агроэкосистемах: *а* — цветочная полоса в плодовом саду [8, с. 7]; *б* — разнообразие растений в цветочной полосе [8, с. 7]; *в* — лобулярия приморская (*Lobularia maritima*) в качестве цветочной полосы на полях с салатом [13, с. 75]

с культурными растениями из-за потребления воды [8, с. 2–12].

Анализ последних исследований по развитию и использованию *цветочных полос в органическом земледелии* [9, с. 3–11] показал, что именно данное направление является наиболее перспективным в различных агроэкосистемах.

Так, использование *цветочных полос в плодовых садах* (рис. 1: *а, б*), а в частности, в яблоневых садах, позволило значительно уменьшить популяции тли *Dysaphis plantaginea* и *Aphis pomi* [10, с. 1142]. Также было выявлено, что плотность паутин была в 2–3 раза выше в саду с цветочными полосами, чем в садах без них [11, с. 475]. Паутины перехватывали летающие формы тлей, мигрирующих с одного растения на другое, тем самым препятствуя размножению следующих поколений.

Кроме этого, использование цветочных полос значительно увеличило численность Syrphidae, Chrysopidae и хищников-универсалов (Anthocoridae, Miridae и пауки) на яблонях [12, с. 64–65].

По другим данным [8, с. 3], цветочные полосы плодовых садов были в 2–3 раза привлекательные для различных хищных насекомых, по сравнению с газонной травой и обычной сорной растительностью садов. При этом наблюдалось следующее соотношение полезных организмов: паразитические осы (54%), журчалки (12%), пауки (10%), божьи коровки и жужелицы (8%), хищные клопы (8%), зеленые и коричневые златоглазки (5%), хищные трипсы (2%), другие (1%).

Результаты других исследований по применению *цветочных полос на сельскохозяйственных полях* (рис. 1: *в*) показали, что при выращивании перца чили на полях

и использовании цветочных полос между рядами перца и вокруг поля, популяции вредителя были снижены при увеличении распространенности и разнообразия хищных жуков Coccinellidae. Также на полях с перцем выявили увеличение количества пауков на растениях семейства сложноцветных (Asteraceae), выращиваемых в цветочных полосах [13, с. 70–72]. Более разнообразное сообщество хищников (до 19 различных видов) были отмечены при использовании цветочных полос на полях с кукурузой [14, с. 10–11].

Использование *цветочных полос*, прилегающих к *теплицам открытого типа*, позволило привлечь больше хищников и снизить использование пестицидов при выращивании баклажана. Так, распространенность таких вредителей, как западный цветочный трипс (*Frankliniella occidentalis*), персиковая тля (*Myzus persicae*), бахчевая тля (*Aphis gossypii*) и другие была

уменьшена на 43% в теплицах с прилегающими цветочными полосами при увеличении численности хищника почти в 20 раз и уменьшении использования инсектицида на 34% [15, с. 1–11].

Заключение

Таким образом, одним из многообещающих методов увеличения функционального биоразнообразия естественных врагов вредителей сельскохозяйственных культур является использование цветочных полос, состоящих из разнообразных цветущих растений. При этом, правильно спланированная агроэкосистема с богатой растительностью предоставляет членистоногим среду, где они имеют достаточно пищи и укрытий, что позволяет им увеличивать свою численность и значительно сокращать популяции вредителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Heinemann J.A., Massaro M., Coray D.S., Agapito-Tenfen S.Z., Wen J.D. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest // *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2014. Vol. 12 (1). P. 71–88. DOI: 10.1080/14735903.2013.806408.
2. Hayes T.B., Hansen M. From silent spring to silent night: agrochemicals and the anthropocene // *Elementa: Science of the Anthropocene*. 2017. Vol. 5 (57). P. 1–24.
3. Гомес И., Тивант Л. Учебное пособие по органическому сельскому хозяйству. Будапешт: ФАО ООН, 2017. 120 с.
4. Crowder D.W., Northfield T.D., Strand M.R. Organic agriculture promotes evenness and natural pest control // *Nature*. 2010. Vol. 466 (7302). P. 109–112.
5. Tscharrnke T., Bommarco R., Clough Y. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale // *Biological Control*. 2007. Vol. 43(3). P. 294–309.
6. Минияров Ф.Т., Павлов С.И., Яицкий А.С. Питание семиточечной коровки *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) на различных стадиях жизненного цикла // *Самарский научный вестник*. 2019. Т. 8, № 2 (27). С. 32–38. DOI: 10.17816/snv201982106.
7. Соколова Т.А. Декоративное растениеводство. Древоводство. М.: Академия, 2004. 352 с.
8. Pfiffner L., Jamar L., Cahenzli F., Korsgaard M., Swiergiel W., Sigsgaard L. Perennial flower strips — a tool for improving pest control in fruit orchards. Technical guide. N1096. Frick: FiBL, 2018. 16 p.
9. Herz A., Cahenzli F., Penvern S., Pfiffner L., Tasin M., Sigsgaard L. Managing, floral resources in apple orchards for pest control: ideas, experiences and future directions // *Insects*. 2019. Vol. 10. P. 1–24. DOI: 10.3390/insects10080247.
10. Cross J.V., Cubison S., Harris A., Harrington R. Autumn control of rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Passerini), with aphicides // *Crop Protection*. 2007. Vol. 26. P. 1140–1149.
11. Wyss E., Niggli U., Nentwig W. The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard // *Journal of Applied Entomology*. 1995. Vol. 119. P. 473–478.
12. Pfiffner L., Cahenzli F., Steinemann B., Jamar L., Bjørn M.C., Porcel M., Tasin M., Telfser J., Kelderer M., Lisek J. Design, implementation and management of perennial flower strips to promote functional agrobiodiversity in organic apple orchards: A pan-European study // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2019. Vol. 278. P. 61–71.
13. Amaral D.S.S.L., Venzon M., Santos H.H. Non-crop plant communities conserve spider populations in chili pepper agroecosystems // *Biological Control*. 2016. Vol. 103. P. 69–77.
14. Martinez E., Ros M., Bonilla M.A., Dirzo R. Habitat heterogeneity affects plant and arthropod species diversity and turnover in traditional cornfields // *PLoS One*. 2015. Vol. 10 (7). P. 1–17. DOI: 10.1371/journal.pone.0128950.
15. Li S., Jaworski C.C., Hatt S., Zhangfan Z., Desneux N., Wang S. Flower strips adjacent to greenhouses help reduce pest populations and insecticide applications inside organic commercial greenhouses // *Journal of Pest Science*. 2020. Vol. 9. P. 1–11. DOI: 10.1007/s10340–020–01285–9.

© Минияров Фарит Талгатович (fminiyarov@mail.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgspsu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО КОРМА ИЗ НАСЕКОМЫХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КОКЦИНЕЛЛИД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМАХ

EFFICIENCY OF AN ARTIFICIAL FEED MIXTURE FROM INSECTS AT CULTIVATION COCCINELLIDAE USED FOR BIOLOGICAL PLANT PROTECTION IN VARIOUS AGROECOSYSTEMS

**F. Miniyarov
S. Pavlov
A. Yaitsky**

Summary. Modern technologies of Coccinellidae cultivation provide for the use of artificial feed mixtures, which make the process of breeding beetles more economically and technologically advanced than methods of breeding on natural food. The purpose of our study was to test a new feed mixture in comparison with natural feed when growing two types of Coccinellidae in a laboratory and to assess their nutritional activity after entering the natural environment. The research results have shown that when creating optimal conditions in the laboratory (temperature $+25\pm 2$ °C, relative humidity $60\pm 20\%$, photoperiod 16:8, feed and water in excess), four generations of two-point ladybugs (*Adalia bipunctata* L.) and three generations of seven-point ladybugs (*Coccinella septempunctata* L.) can be grown on natural and artificial feed during one season. The formulation of artificial feed with a food additive from processed beetle larvae, which we proposed, was readily eaten at all stages of cultivation and allowed Coccinellidae to obtain development indicators and reproductive potential similar to natural food by adult beetles. Larvae and imago Coccinellidae grown on artificial feed effectively reduced the number of aphids in various agroecosystems.

Keywords: pests of agricultural plants; entomophage beetles; Coccinellidae; *Adalia bipunctata* L.; *Coccinella septempunctata* L.; survival; oviposition; female fertility.

Минияров Фарит Талгатович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»
fminiyarov@mail.ru

Павлов Сергей Иванович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»
pavlov@sgspsu.ru

Яицкий Андрей Степанович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»
yaitsky@sgspsu.ru

Аннотация. Современные подходы к выращиванию кокцинеллид предусматривают использование искусственных кормовых смесей, позволяющих сделать процесс разведения жуков более экономичным и технологичным, чем методы разведения на естественной пище. Целью исследования была проверка нового состава кормосмеси, по сравнению с естественным кормом, при выращивании в условиях лаборатории двух видов кокцинеллид (*Adalia bipunctata* L., *Coccinella septempunctata* L.) и оценка их пищевой активности после вселения в естественную среду. Результаты исследований показали, что при создании в лаборатории оптимальных условий содержания (температура $+25\pm 2$ °C, относительная влажность $60\pm 20\%$, фотопериод 16:8, корм и вода в избытке) можно вырастить на естественном и искусственном корме 4 поколения двухточечной коровки (*Adalia bipunctata* L.) и 3 поколения семиточечной коровки (*Coccinella septempunctata* L.) в течение одного сезона. Искусственный корм, изготовленный по предложенной нами рецептуре с пищевой добавкой из переработанных личинок жуков-бронзовок, охотно поедался на всех стадиях выращивания и позволил кокцинеллидам получить схожие с естественной пищей показатели развития и репродуктивный потенциал у взрослых особей жуков. Выращенные на искусственном корме личинки и имаго кокцинеллид эффективно снижали численность тли в различных агроэко системах.

Ключевые слова: вредители сельскохозяйственных растений; жуки-энтомофаги; кокцинеллиды; двухточечная коровка; семиточечная коровка; выживаемость; яйцекладка; плодовитость самок.

Введение

Выпуск естественных хищников активно используется в биологической защите сельскохозяйственных растений от вредителей в органическом земледелии [1, с. 12–15; 2, р. 295–321; 3, р. 255–267]. В качестве эффективного хищника могут использоваться личинки и взрослые особи божьих коровок (Coleoptera, Coccinellidae) [4, р. 338–341]. Отлавливание жуков-кокциnellид в естественной среде используется редко [5, р. 306–312], чаще жуки выращиваются в искусственных условиях с дальнейшим вселением в защищаемые агроэкосистемы [6, р. 115–117].

В современных технологиях выращивания кокциnellид наблюдается переход от затратного подхода с использованием естественного корма к более экономичному и технологичному методу разведения с использованием искусственных кормосмесей [7, р. 165–173; 8, р. 47–51; 9, р. 111–120]. Поэтому исследования по сбалансированности и подбору новых ингредиентов искусственных кормов, а также их влиянию на биологические характеристики выращиваемых жуков, являются актуальными [10, р. 575–583; 11, р. 601–619; 12, р. 242–252].

Цель исследования

Проверка нового состава кормосмеси, по сравнению с естественным кормом, при выращивании в условиях лаборатории двух видов кокциnellид (*Adalia bipunctata* L., *Coccinella septempunctata* L.) и оценка их пищевой активности после вселения в естественную среду.

Материалы и методика исследований

Изучение насекомых на различных стадиях развития проводилось как в искусственных условиях — на базе лаборатории экспериментальной зоологии Астраханского государственного университета, так и в естественной среде — на базе региональных фермерских хозяйств по общепринятым методикам [13; 14; 15]. Основными объектами исследования являлись два вида жуков: двухточечная коровка *Adalia bipunctata* и семиточечная коровка *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae) на различных стадиях жизненного цикла. Данные виды кокциnellид являются наиболее распространёнными в исследуемом регионе и активными хищниками многих вредителей сельскохозяйственных растений. Кроме этого, выбор данных видов обусловлен возможностью их использования для расселения на растениях, выращиваемых как в теплицах, так и в открытом грунте, не опасаясь инвазии [16, с. 98–110; 17, с. 32–38].

Пойманные в естественной среде самки и самцы кокциnellид были помещены в разные по видам инсектарии (объемом 20 л). В каждой инсектарии были размещены сложенные в несколько слоев бумажные полотенца для откладки на них яиц. Полученные яйцекладки перемещались в отдельные контейнеры (объемом 0,5 л) до выхода личинок. Случайным образом отобранные личинки жуков 1-го возраста для каждого вида ($n=100$) размещались по 10 особей в садки (объемом 2,5 л) для эксперимента и контроля. Условия содержания в инсектариях, контейнерах и садках поддерживались на уровне: температура $+25\pm 2$ °C, относительная влажность $60\pm 20\%$, фотопериод 16:8 (день: ночь). Два раза в день осуществляли кормление (в избытке), замеры и подсчёт жуков, а также проводили уборку в каждом садке. Для обеспечения жуков водой в садках имелась специальная поилка [18, р. 42–48].

В контрольных садках кормление личинок и имаго кокциnellид осуществлялось разновозрастными личинками и взрослыми особями розанной тли *Macrosiphum rosae* L. (Aphididae, Hemiptera), а в экспериментальных садках — искусственной кормовой смесью. Основой кормовой смеси был уже опробованный на семиточечной коровке состав [19, с. 26–31], кроме декапсулированных яиц *Artemia salina* L. (Anostraca, Artemiidae). Вместо них мы использовали переработанных личинок жуков-бронзовок из подсемейства Cetoniinae (Coleoptera, Scarabaeidae). После изменения состав кормовой смеси выглядел следующим образом (на 100 г): дистиллированная вода (50 г), пищевая добавка из насекомых (15 г), свиная печень (10 г), сахароза (10 г), куриный желток (5 г), растительное масло (2 г), агар-агар (3 г) и др. (5 г).

Оценивали следующие показатели выращивания кокциnellид: выживаемость преимагинальных стадий в% (по доле имаго от числа личинок 1-го возраста), продолжительность развития преимагинальных стадий в сутках (от выхода из яйца до имаго), вес имаго начальный при вылете с точностью до 0,1 мг, продолжительность преовипозиционного периода в сутках (от линьки на имаго до первой яйцекладки), объём первой яйцекладки (по среднему числу яиц), итоговая плодовитость самок (по среднему числу яиц, отложенных отдельными самками за всё время содержания). Результаты усредняли по группам (контроль и эксперимент) и поколениям каждого вида кокциnellид. Рассчитывали среднее квадратичное отклонение средних и процентов. Предварительно результаты исследований были проверены на нормальность распределения и однородность дисперсий с помощью критерия Шапиро–Уилка (W-тест) и теста Левене. В дальнейшем анализ достоверности различий был проведен с использованием различных критериев: для сравнения групп (контроль и экспери-

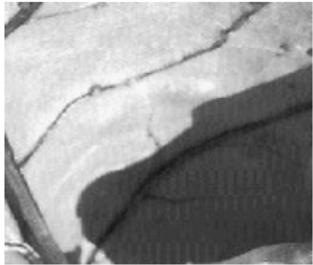
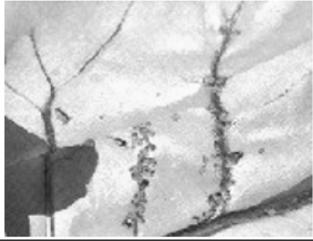
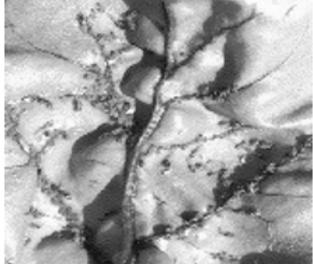
Изображение уровня	Уровни количества тли	Интервалы численности тли на листе исследуемого растения (экз.)
	Нулевой	От 0 до 10
	Малый	От 11 до 20
	Средний	От 21 до 30
	Большой	Более 31

Рис. 1. Уровни численности тли на листьях свёклы обыкновенной (*Beta vulgaris*)

мент) — критерий Манна–Уитни (U); поколений — критерий Краскела–Уоллиса (H) [20, с. 12–15].

На следующем этапе исследования в течение 5 недель мы оценивали эффективность выращенных на искусственном корме кокцинетелл в защите от тли сельскохозяйственных растений в естественных условиях.

Для исследования были отобраны:

1. два разнесенных (более 500 м друг от друга) участка в плодовых садах, в которых выращивались яблони (*Malus domestica* L.) сорта Семиренко, доминирующий вид тли: зеленая яблонная (*Aphis pomi* De Geer);
2. два поля с выращиваемой свёклой обыкновенной (*Beta vulgaris* L.) сорта Ленинградская округлая,

доминирующий вид тли: свекловичная или бобовая (*Aphis fabae* Scopoli);

3. две открытые теплицы с выращиваемыми огурцами (*Cucumis sativus* L.) гибрида F1 Атлет, доминирующий вид тли: бахчевая (*Aphis gossypii* Glover).

Вселение жуков на экспериментальные участки осуществлялось на стадиях личинки 3–4 возрастной стадии и имаго 1 раз в неделю. Отбор проб в эксперименте и контроле проводился 2 раза в неделю по десяти случайно выбранным участкам площадью 1 м².

Для унификации и ускорения отбора проб были разработаны шкалы с различными уровнями количества тли на листьях исследуемых растений. Для примера при-

Таблица 1. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала кокциnellид при кормлении искусственным (эксперимент) и естественным (контроль) кормом в лабораторных условиях

№	Показатели	Группа/ критерий	Двухточечная коровка (<i>Adalia bipunctata</i>)			Семиточечная коровка (<i>Coccinella septempunctata</i>)		
			КО	Ср4	КУ	КО	Ср3	КУ
1	Выживаемость преимагинальных стадий, %	Эксперимент	400*	59,00± 7,09	H=3,391 p=0,335	300*	59,00± 8,03	H=0,675 p=0,714
		Контроль	400*	70,75± 10,95	H=0,726 p=0,867	300*	75,00± 10,42	H=0,136 p=0,934
		Критерий по группам	–	U; p=0,000	–	–	U; p=0,000	–
2	Продолжительность развития преимагинальных стадий, суток	Эксперимент	236	21,67± 4,45	H=2,847 p=0,416	177	25,55± 4,17	H=0,464 p=0,793
		Контроль	283	21,05± 3,65	H=9,053 p=0,029	225	24,13± 4,06	H=5,557 p=0,062
		Критерий по группам	–	U; p=0,255	–	–	U; p=0,000	–
3	Вес имаго начальный (при вылете), мг	Эксперимент	236	30,6± 9,04	H=5,463 p=0,141	177	50,5± 13,37	H=1,316 p=0,518
		Контроль	283	32,6± 9,69	H=0,930 p=0,818	225	53,1± 13,79	H=4,889 p=0,087
		Критерий по группам	–	U; p=0,026	–	–	U; p=0,036	–
4	Продолжительность преовипозиционного периода (до первой яйцекладки), суток	Эксперимент	116	4,91± 1,67	H=1,254 p=0,740	84	7,52± 1,93	H=1,236 p=0,539
		Контроль	140	5,10± 1,59	H=2,729 p=0,435	112	7,03± 1,79	H=1,179 p=0,555
		Критерий по группам	–	U; p=0,419	–	–	U; p=0,109	–
5	Объем первой яйцекладки, яиц	Эксперимент	116	40,17± 14,87	H=7,434 p=0,059	84	31,58± 12,73	H=0,006 p=0,997
		Контроль	140	45,10± 11,93	H=2,815 p=0,421	112	37,21± 16,31	H=1,754 p=0,416
		Критерий по группам	–	U; p=0,033	–	–	U; p=0,019	–
6	Итоговая плодовитость самок, яиц	Эксперимент	116	931,60± 115,47	H=0,065 p=0,996	84	651,14± 121,66	H=1,154 p=0,562
		Контроль	140	951,79± 154,74	H=0,382 p=0,944	112	656,65± 111,84	H=0,172 p=0,918
		Критерий по группам	–	U; p=0,320	–	–	U; p=0,435	–

Примечания. КО — количество особей в опыте (N), экз.; КУ — критерий по поколениям, уровень значимости; Ср3 — средние значения за 3 поколения ($M \pm SD$); Ср4 — средние значения за 4 поколения ($M \pm SD$); $M \pm SD$ — среднее значение \pm среднеквадратичное отклонение; H — критерий Краскела–Уоллиса; U — критерий Манна–Уитни; p — уровень значимости критерия (полужирным выделено статистически значимое отличие при $p < 0,05$); * — исходное количество личинок.

ведена шкала для визуальной и количественной оценки уровня численности тли на листьях свёклы обыкновенной (рис. 1). Были определены 4 уровня численности тли на одном листе исследуемого растения: нулевой (от 0 до 10 экз.), малый (от 11 до 20 экз.), средний (от 21 до 30 экз.) и большой (более 31 экз.).

Сравнение уровней численности тли по разработанным шкалам проводили по группам (контроль и эксперимент) отдельно для плодовых садов, сельскохозяйственных полей и открытых теплиц. Анализ достоверности различий был проведен с использованием критерия Манна–Уитни (U) для исходных данных [20, с. 12–15].

Статистический анализ результатов всех экспериментов был проведён с использованием программы Statistica 13.5 (2018) (TIBCO Software Inc.).

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты выращивания кокцинеллид при кормлении искусственным и естественным кормом в лабораторных условиях

Для исследования по 10 личинок 1-го возраста каждого вида кокцинеллид были размещены в 10 контрольных садков с кормлением естественной пищей и в 10 экспериментальных садков с кормлением искусственным кормом (табл. 1). Всего в опытах было задействовано 40 садков.

За вегетационный период (с марта по октябрь) в условиях лаборатории были получены 4 поколения двухточечной коровки (*Adalia bipunctata*) и 3 поколения семиточечной коровки (*Coccinella septempunctata*), что отличается от двух поколений божьих коровок в природных популяциях [16, с. 98–110; 17, с. 32–38]. Увеличение количества поколений у различных видов кокцинеллид отмечается при соблюдении оптимальных условий содержания (температура $+25\pm 2$ °C, относительная влажность $60\pm 20\%$) и избыточном рационе кормления. Схожие результаты по четырем поколениям были получены по двухточечной коровке только при кормлении естественной пищей [21, с. 88–90].

Средняя выживаемость преимагинальных стадий кокцинеллид за все поколения составляла в контроле около 70% у двухточечной коровки и 75% у семиточечной, в эксперименте — 59% у обоих видов (табл. 1). Полученные результаты выживаемости при кормлении искусственным кормом являлись статистически значимо ниже (при уровне значимости критерия U $p < 0,001$).

Кроме этого, использование искусственного корма статистически значимо повлияло (при уровне $p < 0,05$) на вес имаго начальный при вылете и объём первой яйцекладки обоих видов жуков (уровни значимости: $p = 0,026$ и $p = 0,033$; $p = 0,036$ и $p = 0,019$ по видам, соответственно). Так, средний вес имаго у двухточечной коровки при вылете составлял $30,6\pm 9,04$ мг при кормлении искусственным кормом и $32,6\pm 9,69$ мг в контроле, а у имаго семиточечной коровки — $50,5\pm 13,37$ мг в экспериментальной группе и $53,1\pm 13,79$ мг при кормлении естественной пищей. Также среднее число яиц в первой яйцекладке у *Adalia bipunctata* составляло $40,17\pm 14,87$ экз. в эксперименте и $45,10\pm 11,93$ экз. в контроле, а у *Coccinella septempunctata* — $31,58\pm 12,73$ экз. и $37,21\pm 16,31$ экз. соответственно (табл. 1).

Схожее снижение выживаемости, веса имаго и объёмов первой кладки у кокцинеллид отмечено и другими исследователями, и объясняется недостаточной сбалансированностью используемого искусственного корма по сравнению с естественным кормом [10, р. 575–583; 11, р. 601–619; 12, р. 242–252].

Остальные показатели выращивания кокцинеллид при кормлении искусственным и естественным кормом в лабораторных условиях статистически не отличались и были схожи по группам (табл. 1).

При изучении развития и репродуктивного потенциала кокцинеллид в разных поколениях мы наблюдали сходные значения как у двухточечной коровки, так и у семиточечной коровки. Единственное статистически значимое отличие (при уровне $p < 0,05$) было зафиксировано в продолжительности развития преимагинальных стадий *Adalia bipunctata* в контрольной группе (табл. 1).

Эффективность выращенных на искусственном корме кокцинеллид в защите сельскохозяйственных растений от тли

После еженедельного вселения личинок и имаго двухточечной и семиточечной коровок на яблони в плодовых садах было отмечено статистически достоверное снижение численности (при уровне $p < 0,05$) по всем уровням, кроме нулевого. Так, количество зеленой яблонной тли (*Aphis pomi*) на листьях яблони, на экспериментальных участках с нулевым уровнем уменьшилось с 21,28% в эксперименте до 9,38% в контроле, а с малым уровнем — с 28,60% до 11,68% соответственно. В то же время на листьях яблони увеличивалось количество тли со средним и большим уровнями: с 31,06% и 19,06% в эксперименте до 42,98% и 35,96% в контроле (рис. 2).

При вселении кокцинеллид на свёклу, выращиваемую на сельскохозяйственных полях, мы наблюдали статистически достоверное снижение численности тли (при уровне $p < 0,05$) по всем уровням. Так, количество свекловичной тли (*Aphis fabae*) на листьях свёклы на экспериментальных участках с нулевым уровнем уменьшилось с 27,94% в эксперименте до 17,40% в контроле, а с малым уровнем — с 31,62% до 18,12% соответственно. В то же время на листьях свёклы увеличивалось количество тли со средним и большим уровнями соответственно: с 19,46% и 20,98% в эксперименте до 32,34% и 32,14% в контроле (рис. 2).

При вселении кокцинеллид на огурцы, выращиваемые в открытых теплицах, было отмечено статистически достоверное снижение численности тли (при уровне

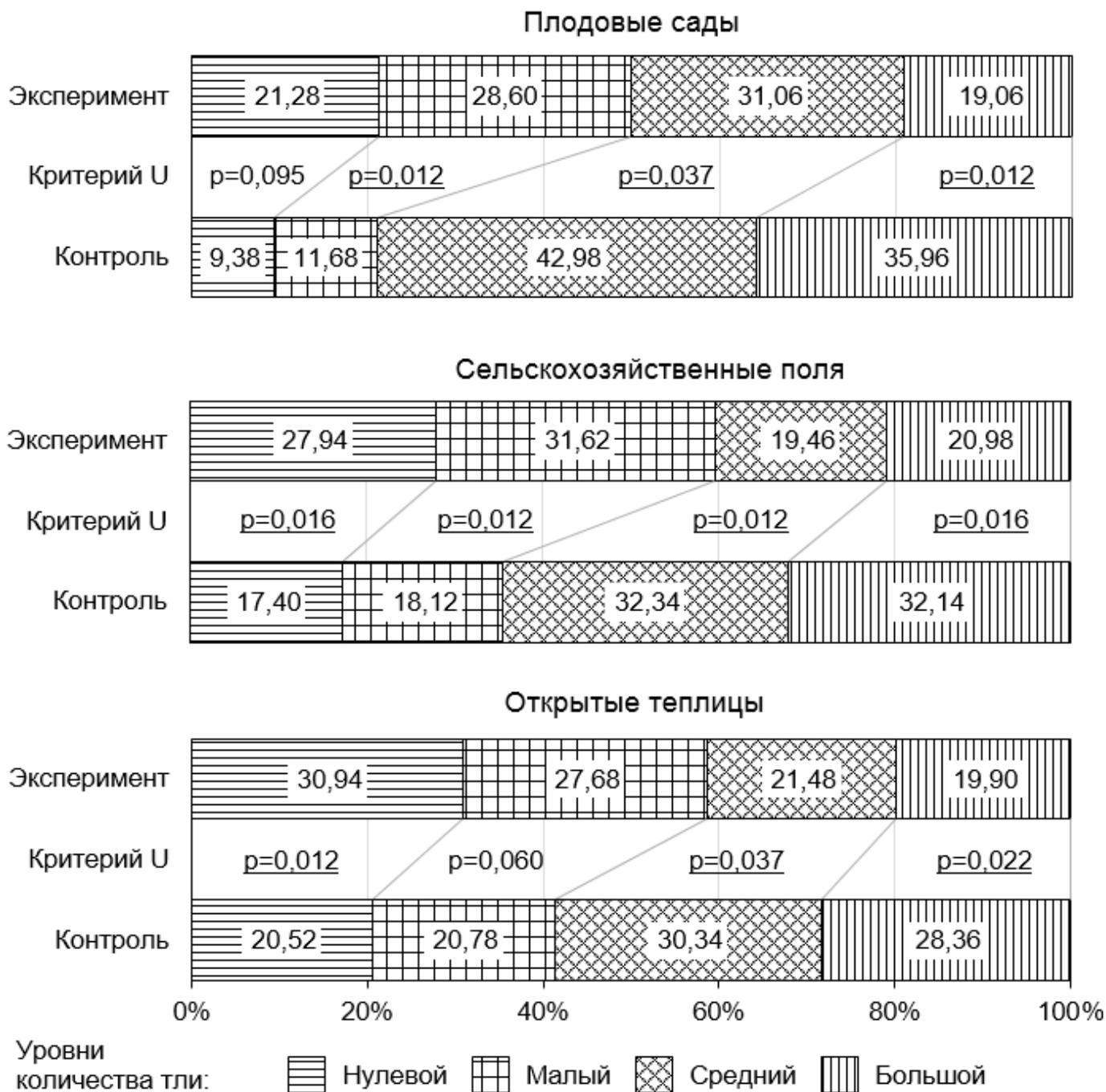


Рис. 2. Сравнительная эффективность (%) коцинеллид по уровням количества тли после вселения в различные агроэкосистемы. Примечания: критерий U — критерий Манна–Уитни; p — уровень значимости критерия (подчёркнуты статистически значимые отличия при $p < 0,05$)

$p < 0,05$) по всем уровням, кроме малого. Так, количество бахчевой тли (*Aphis gossypii*) на листьях огурцов на экспериментальных участках с нулевым уровнем уменьшилось с 30,94% в эксперименте до 20,52% в контроле, а с малым уровнем — с 27,68% до 20,78% соответственно. В то же время на листьях огурцов увеличивалось количество тли со средним и большим уровнями соот-

ветственно: с 21,48% и 19,90% в эксперименте против 30,34% и 28,36% в контроле (рис. 2).

Эти результаты согласуются с данными о снижении численности тли другими видами коровок семейства Coccinellidae в различных агроэкосистемах [22, с. 8–12; 23, р. 92–102; 24, р. 410–415; 25, р. 83–91; 26, р. 1–17].

Заклучение

Таким образом, при создании в лаборатории оптимальных условий содержания (температура $+25\pm 2$ °C, относительная влажность $60\pm 20\%$, фотопериод 16:8, корм и вода в избытке) можно вырастить на естественном и искусственном корме 4 поколения двухточечной коровки (*Adalia bipunctata*) и 3 поколения семиточечной коровки (*Coccinella septempunctata*) в течение одного сезона.

При этом были получены сравнимые показатели выращивания кокциnellид как на естественном корме, так и на искусственном. Так, на искусственном корме выживаемость преимагинальных стадий жуков составляла 59% от числа личинок 1-го возраста при продолжитель-

ности развития 21–25 суток до имаго, средний вес которых составлял 30–50 мг, продолжительность периода до первой яйцекладки — 5–7 суток при объеме первой яйцекладки — 30–40 яиц и итоговой плодовитости самок — 650–930 яиц за сезон.

В ходе полевых исследований установлено, что на экспериментальных участках в различных агроэкосистемах после вселения кокциnellид наблюдалось снижение численности тли рода *Aphis*: *A. pomi* с 79% до 50% на листьях яблони со средним и большим уровнями зелёной яблонной тли; *A. fabae* с 65% до 40% на листьях свёклы со средним и большим уровнями свекловичной тли; *A. gossypii* с 59% до 41% на листьях огурцов со средним и большим уровнями бахчевой тли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Монастырский А.Л., Горбатовский В.В. Массовое разведение насекомых для биологической защиты растений: справочник. М.: Агропромиздат, 1991. 240 с.
2. Obyrcki J., Kring T. Predaceous Coccinellidae in biological control // Annual Review of Entomology. 1998. Vol. 43. P. 295–321. DOI: 10.1146/annurev.ento.43.1.295.
3. Evans E.W. Lady beetles as predators of insects other than Hemiptera // Biological Control. 2009. Vol. 51, iss. 2. P. 255–267. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.011.
4. Hajek A.E., Eilenberg J. Natural enemies: an introduction to biological control. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. 440 p. DOI: 10.1017/9781107280267.
5. Riddick E.W., Cottrell T.E., Kidd K.A. Natural enemies of the Coccinellidae: parasites, pathogens, and parasitoids // Biological Control. 2009. Vol. 51, iss. 2. P. 306–312. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.008.
6. Altieri M.A., Nicholls C.I. Vegetational designs to enhance biological control of insect pests in agroecosystems // Natural enemies of insect pests in neotropical agroecosystems / B. Souza, L. Vázquez, R. Marucci (eds.). Springer, 2019. P. 3–13. DOI: 10.1007/978-3-030-24733-1_1.
7. Ashraf M., Ishtiaq M., Asif M., Adrees M., Ayub M., Tariq M., Awan M.N. A study on laboratory rearing of lady bird beetle (*Coccinella septempunctata*) to observe its fecundity and longevity on natural and artificial diets // International Journal of Biology. 2010. Vol. 2, № 1. P. 165–173. DOI: 10.5539/ijb.v2n1p165.
8. Sarwar M., Saqib S.M. Rearing of predatory seven spotted ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) on natural and artificial diets under laboratory conditions // Pakistan Journal of Zoology. 2010. Vol. 42 (1). P. 47–51.
9. Tan X.-L., Zhao J., Wang S., Zhang F. Optimization and evaluation of microencapsulated artificial diet for mass rearing the predatory ladybird *Propylea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) // Insect Science. 2014. Vol. 22, iss. 1. P. 111–120. DOI: 10.1111/1744-7917.12098.
10. Riddick E.W., Wu Z., Guadalupe Rojas M. Potential utilization of *Artemia franciscana* eggs as food for *Coleomegilla maculata* // BioControl. 2014. Vol. 59. P. 575–583. DOI: 10.1007/s10526-014-9597-4.
11. Sun Y.-X., Hao Y.-N., Riddick E.W., Liu T.-X. Factitious prey and artificial diets for predatory lady beetles: current situation, obstacles, and approaches for improvement: a review // Biocontrol Science and Technology. 2017. Vol. 27, iss. 5. P. 601–619. DOI: 10.1080/09583157.2017.1324112.
12. Cheng Y., Zhi J., Li F., Jin J., Zhou Y. An artificial diet for continuous maintenance of *Coccinella septempunctata* adults (Coleoptera: Coccinellidae) // Biocontrol Science and Technology. 2018. Vol. 28, iss. 3. P. 242–252. DOI: 10.1080/09583157.2018.1439450.
13. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных: учеб. пособие для студ. биол. спец. ун-тов. 2-е изд., доп. и перераб. / под ред. К.К. Фасулати. М.: Высшая школа, 1971. 424 с.
14. Цуриков М.Н., Цуриков С.Н. Природосберегающие методы исследования беспозвоночных животных в заповедниках России: труды Ассоциации особо охраняемых природных территорий Центрального Черноземья России. Вып. 4. Тула, 2001. 130 с.
15. Prezoto F., Maciel T.T., Barbosa B.C., Sarmiento C.E. Social wasp sampling methods // Measuring arthropod biodiversity / J.C. Santos, G.W. Fernandes (eds.). Springer, 2021. P. 85–99. DOI: 10.1007/978-3-030-53226-0_4.
16. Хабибуллин В.Ф., Степанова Р.К., Хабибуллин А.Ф. Жуки-коровки (Coleoptera, Coccinellidae) Республики Башкортостан: учеб. пособие для студ. биол. спец. вузов. Уфа: РИО БашГУ, 2004. 110 с.
17. Минияров Ф.Т., Павлов С.И., Яццкий А.С. Питание семиточечной коровки *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) на различных стадиях жизненного цикла // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 2 (27). С. 32–38. DOI: 10.17816/snv201982106.
18. Hesler L.S., McNickle G., Catangui M.A., Losey J.E., Beckendorf E.A., Stellweg L., Brandt D.M., Bartlett P.B. Method for continuously rearing *Coccinella* lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) // The Open Entomology Journal. 2012. Vol. 6. P. 42–48. DOI: 10.2174/1874407901206010042.
19. Минияров Ф.Т., Павлов С.И., Яццкий А.С. Длительность развития, выживаемость и плодовитость *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) при искусственном выращивании на различных кормовых смесях // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». 2019. № 11. С. 26–31.

20. Матвеева Н.М., Валеева А.А. Статистическая обработка результатов полевых агрохимических исследований с помощью пакета StatGraphics Plus for Windows: учеб.-метод. пособие для студ. биолого-почвенного факультета. Казань: Казанский университет, 2012. 63 с.
21. Тюмасева З.И. Кокцинеллиды Урала и сопредельных территорий. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. 248 с.
22. Семьянов В.П. Разведение, длительное хранение и применение тропических видов кокцинелл для борьбы с тлями в теплицах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 29 с.
23. Yang N.-W., Zang L.-S., Wang S., Guo J.-Y., Xu H.-X., Zhang F., Wan F.-H. Biological pest management by predators and parasitoids in the greenhouse vegetables in China // *Biological Control*. 2014. Vol. 68. P. 92–102. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2013.06.012.
24. Van Lenteren J.C., Alomar O., Ravensberg W.J., Urbaneja A. Biological control agents for control of pests in greenhouses // *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Plant Pathology in the 21st Century*. Vol. 9 / M. Gullino, R. Albajes, P. Nicot (eds.). Springer, 2020. P. 409–439. DOI: 10.1007/978-3-030-22304-5_14.
25. Gontijo L.M., Beers E.H., Snyder W.E. Complementary suppression of aphids by predators and parasitoids // *Biological Control*. 2015. Vol. 90. P. 83–91. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2015.06.002.
26. Riddick E.W. Identification of conditions for successful aphid control by ladybirds in greenhouses // *Insects*. 2017. Vol. 8 (2). P. 1–17. DOI: 10.3390/insects8020038.

© Минияров Фарит Талгатович (fminiyarov@mail.ru),

Павлов Сергей Иванович (pavlov@sgsru.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgsru.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Астрахань

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭНЗИМОЛОГИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ СТРУКТУРОЙ

MICROBIOLOGICAL AND ENZYMOLOGICAL CONVERSION OF PLANT WASTE WITH A LIGNOCELLULOSE STRUCTURE

**U. Neimatova
G. Huseynova
S. Muradova
P. Mamedova**

Summary. As a result of the studies, the prospects of using xylophilic basidiomycetes in the rational use of plant waste of a substrate with a lignocellulosic structure have been shown. Established that with their help, huge amount of plant waste, formed every year, can be transformed into rich biologically active substances (starch, vitamins, lipids and etc.) non-toxic products and supplies can use based on the principle "low-waste or no waste" at a particular stage technology.

Keywords: plant waste, bioconversion, fungi, various products.

Нейматова Улкер Вагиф кызы

Диссертант, Институт Микробиологии НАН
Азербайджана, г. Баку
azmbi@mail.ru

Гусейнова Гюльнар Иса кызы

Докторант, Институт Микробиологии НАН
Азербайджана, г. Баку
gulnar_tuel@mail.ru

Мурадова Севда Магеррам кызы

Преподаватель, Азербайджанский Государственный
Педагогический Университет, г. Баку
sevdamuradova3@gmail.com

Мамедова Парвин Мирдамат кызы

Диссертант, Институт Микробиологии НАН
Азербайджана, г. Баку
peri.omar87@gmail.com

Аннотация. В результате проведенных исследований показана перспективность использования ксилотрофных базидиомицетов в рациональном использовании растительного субстрата с лигноцеллюлозной структурой. Установлено, что с их помощью огромное количество растительных отходов, образующихся каждый год, можно преобразовать в богатые биологически активные вещества (крахмал, витамины, липиды и др.) нетоксичные продукты и материалы, которые можно использовать по принципу «малоотходность или без отходов» на определенном этапе технологии.

Ключевые слова: растительные отходы, биоконверсия, грибы, различные продукты.

Нежелательные экологические изменения в природной среде и возрастающая ограниченность сырьевых ресурсов, всё актуальнее ставит вопрос о разработке экологически безопасной технологии переработки растительных отходов, которые являются крупнотоннажными, и служат основной причиной загрязнения окружающей среды [8, 12, 14]. В настоящее время современная биотехнология предлагает разные подходы для решения этой проблемы, среди которых наиболее перспективным является биоконверсия, прежде всего микробиологическая и энзимологическая [7]. При этом лигноцеллюлозные отходы, являющиеся еже-

годно возобновляемыми и обладающие практически неисчерпаемым источником энергии, в условиях истощающихся ресурсов, становятся перспективным сырьем для производства разнообразных полезных веществ и продуктов, важных для жизни и благосостояния людей.

Проведенные в этой области многочисленные исследования убедительно показали, что ксилотрофные грибы, особенно их представители, относящиеся к базидиомицетам, обладают всеми необходимыми свойствами для рациональной утилизации растительных отходов [7–8, 13, 16].

Однако, из-за отсутствия соответствующей материально-технической и научной базы, они до сегодняшнего дня не нашли полного, и эффективного применения.

В связи с этим, целью представленной работы явилась разработка способов, позволяющих рационально использовать растительные отходы, в соответствии с вышеуказанными задачами.

Материалы и методы

В ходе работы было использовано около 50 штаммов ксилотрофных базидиальных грибов, выделенных из экологически разных территорий (лесов расположенных в Большом Кавказском хребте, Талышских горах) Азербайджанской Республики. Выделение штаммов грибов в чистую культуру проводили по общепринятым методам [6] на сусло-агаре(20 Б) из плодового тела гриба, собранного из указанных территорий Азербайджана. Идентификации грибов осуществляли по известному определителю[3].

В качестве лигноцеллюлозного субстрата были использованы: древесные (широколиственные и хвойные) опилки, подсолнечная лузга, и др. отходы, которые образуются в аграрном секторе Азербайджана.

Биоконверсию растительных субстратов, определения активности ферментов (целлюлаза, ксиланаза, амилаза, пектиназа, протеаза, липаза, лакказа и пероксидаза), получение частично очищенных ферментных препаратов и изучение их молекулярных параметров проводили согласно методу[3–6, 9–11, 15], который в настоящее время используется для аналогичных работ.

Полученные результаты и их обсуждения

В ходе работы первоначально проведен скрининг ксилотрофных базидиальных грибов, по способности трансформировать отходы в продукт кормового назначения. Полученные результаты показали, что штаммовая вариабельность по всем критериям (потеря веса, разложение целлюлозы и лигнина, накопление белка, урожайность, распределение общего урожая по волнам плодоношения и др.), которые использовали для оценки эффективности процесса, в рамках одного рода или вида превышает родовые или видовые различия по этому показателю. Несмотря на обнаруженные отличия, полученные результаты показали, что для биоконверсии отходов в продукт кормового назначения целесообразно использование грибов *Bjerkandera adusta* P-40, *Pleurotus ostreatus* F-118, *Polyporus aqariceus* F-17, *Trametes hirsuta* M-5 и *T.versicolor* D-13, кото-

рые по продуктивности и биохимической характеристике превосходят все исследованные ксилотрофные грибы.

Сложность и многоплановость решения проблемы биоконверсии растительных материалов в первом случае требует интенсификации процесса разложения растительного сырья и изучения условий, ускоряющих процесс расщепления основных компонентов растений: целлюлозы и лигнина. В исследованиях, проведенных в связи с оптимизацией процессов микробиологической конверсии отходов отобранными грибами, было установлено, что только добавление в среду NH_4NO_3 во всех случаях стимулирует процессы конверсии растительных отходов, а NaNO_3 — значительно ослабляет разложение целлюлозного компонента и повышает разложение лигнина до 1,2 раза. Грибы более эффективно трансформируют отходы в обогащенный белком продукт при температуре выращивания 28°C , при исходном значении влажности 64–67% и pH среды 5,2–5,6. Изучение химического состава продуктов, полученных в оптимизированной по всем параметрам условиях, показали, что они являются продуктами, не обладающими токсичностью, обогащенными различными физиологически активными веществами и имеют высокую переваримость по сравнению с исходным субстратом. Кроме того, количество нуклеиновых кислот в полученном продукте в пределах допустимой нормы составляет 0,17–0,20% и по содержанию незаменимых аминокислот соответствует требованиям ФАО. Все это является резким аргументом доказывающим, что полученные продукты могут быть использованы в кормовых целях.

Результаты исследований, посвященные изучению физиолого-биохимических и биотехнологических основ ферментативной активности ксилотрофных макромицетов, показали, что все исследуемые ксилотрофы проявляют активность гидролитических ферментов, хотя при этом уровень активности конкретного фермента сильно варьировал, в зависимости от использованного гриба и субстрата, хотя гидролитический потенциал грибов *B. adusta* P-40 и *P. ostreatus* F-118 был относительно высоким, что явилось основой для выбора их, в качестве активного продуцента гидролаз. При изучении активности оксидаз было установлено, что ферментативную активность проявляют только те культуры, которые в природных условиях вызывают белую гниль. У грибов в определенной мере прослеживается связь между активностью гидролазы и оксидазы, и формой отношения к субстрату, на котором он обитает в природных условиях. Кроме того, уровень активности лакказы у всех грибов всегда выше, чем у пероксидазы. В качестве активных продуцентов являются грибы *C.unicolor* M-3 *T.hirsute* M-5 и *T.versicolor* D-13.

При оптимизации условий установлено, что синтез целлюлазы, амилазы, ксиланазы у грибов *B. adusta* P-40 и *P. ostreatus* F-118 происходит индуктивно и контролируется катаболитной репрессией, хотя в отличие от классически индуцибельных ферментов они имеют достаточно высокий базальный уровень, что видимо, связано с адаптацией к обитанию на одревесневших субстратах. Что касается оксидазы, то установлено, что согласно классическому соображению, синтез окислительных ферментов у грибов *C.unicolor* M-3, *T.hirsuta* D-5 и *T.versicolor* D-13, следует принимать за конститутивный, так как при использовании любого источника на среде обнаруживается внеклеточная активность всех окислительных ферментов.

В ходе исследований также показано, что грибы, отобранные в качестве активных продуцентов оксидаз, *C.unicolor* M-3, *T.hirsute* M-5 и *T.versicolor* D-13 способны также разлагать чистый лигнин, выделенный из лигноцеллюлозных отходов, хотя при этом грибы между собой отличались также по интенсивности разложения лигнина и по изменению активности окислительных ферментов. Синтез лакказы у всех грибов соответствовал разложению лигнина с начала до конца ферментации. Такая зависимость не так ярко, но наблюдалась и по активности лигниназы. Между разложением лигнина и активностью пероксидазы такой связи не намечается. Например, через 2 суток разложение лигнина у гриба *C.unicolor* M-3 составило 1,2%, но при этом гриб не проявлял пероксидазную активность. Однако через определенное время интенсивность синтеза пероксидазы у всех грибов нарастает и по скорости она опережает все ферменты. Все эти данные дали основание считать, что в отличие от пероксидазы, лакказа является участником процесса деградации лигнина с самого начала.

В ходе работы также исследованы возможности получения частично очищенного ферментного препарата из отобранных грибов. Результаты показали, что полученные препараты обладают более широким спектром ферментов (целлюлаза, ксиланаза, амилаза, пектиназа, протеаза, лакказа, пероксидаза, лигниназа и т.д.) и они характеризуются такими кинетическими (малой чувствительностью к ингибированию, высокой адсорбционной способностью и др.) параметрами, которые необходимы для эффективной утилизации отходов путем энзимологической конверсии для практических нужд. Кроме того, установлено, что эффективность при использовании ферментных препаратов широкого спектра действия тесно связана с соотношением уровней активности пектиназы и целлюлазы в ферментных препаратах и это является фактором, обуславливающим эффективность процесса ферментативного гидролиза растительных субстратов.

Заключение

Проведенные исследования убедительно показали, что ксилотрофные базидиальные грибы обладают всеми необходимыми свойствами для рациональной утилизации растительных отходов, на основе которых была разработана малоотходная комплексная технология, предусматривающая использование растительных отходов и ресурсов по принципу «мало- или безотходной технологии на конкретном этапе». Кроме того, на основе проведенных нами работ и анализа литературных данных разработана схема, отбора активного продуцента окислительных ферментов и получение ферментного препарата лигнолитического действия, сущность которого заключалась в точности результата первичного отбора и сокращении процесса по времени, и затраты энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биология ксилотрофных базидиомицетов: структура и функции /Под ред. Стороженко В.В., Крутова В.И., Селочник П.Н. Москва-Петрозаводск, 2000, 324 с.
2. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. СПб.: Наука, 1998, вып. 2, 391с.
3. Ермаков А.И. (под ред.) Методы биохимических исследований растений, Л.: Колос, 1972, 456 с.
4. Клесов А.А. Ферменты целлюлозного комплекса. Проблемы биоконверсии растительного сырья, М.: Наука, 1986. С. 93–136. 6
5. Лабораторный практикум по технологии ферментных препаратов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, 240 с.
6. Методы экспериментальной микологии (Под. ред. Билай В.И.) Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
7. Мурадов П.З. Особенности ферментативной активности ксилотрофных грибов в процессе биоконверсии растительных отходов. Автореферат диссертации на... д.б.н. Баку, 2004, 48с.
8. Мурадов П.З. и др. Ксилотрофные грибы, как активные деструкторы растительных отходов.//Вестник МГОУ, серия «Естественные науки», 2009, № 1, с. 109–112.
9. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М., Колотилова Н.Н. и др. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия», 2005, 608с.
10. Польшгалына Г.В., Чередниченко В.С. и др. Определение активности ферментов. Справочник. М.: ДеЛи принт, 2003, 375с.
11. Шарков В.И., Куйбина Н.И., Соловьев Ю.П., Павлова Т.А. Количественный анализ растительного сырья. Москва: Лесная промышленность, 1976, 72с.
12. Guerriero, G., Hausman, J.F., Strauss J. et al. Lignocellulosic biomass: biosynthesis, degradation and industrial utilization.// Eng.Life Sci., 2016, v.16, p.1–16.
13. Hoeksma, J., Misset, T., Wever, C. et al. A new perspective on fungal metabolites: identification of bioactive compounds from fungi using zebrafish embryogenesis as read-out// Sci Rep., 2019, 9, 17546 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54127-9>

14. Kumar, A., Gautam, A. and Dutt, D. Biotechnological Transformation of Lignocellulosic Biomass in to Industrial Products: An Overview. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 2016, v.7, p.149–168.
15. Kumkum A., Feroza H., Md Abdul H. Screening of cellulase, pectinase and xylanase activities and optimization of radial mycelial growth of two thermophilic fungi// *Bangladesh J. Bot.*, 2013, v.42(2), p.207–213
16. Leonowicz A., Cho N.-S., Luterk J., Wilkolazka A. et al. Fungal laccase: properties and activity on lignin.// *J. Basic Microbiol.*, 2001, v. 41, p.185–227. 15
17. Rodríguez-Couto, S. Industrial and environmental applications of white-rot fungi// *Mycosphere*, —2017, 8(3), -p.456–466

© Нейматова Улкер Вагиф кызы (azmbi@mail.ru), Гусейнова Гюлнар Иса кызы (gulnar_muel@mail.ru),
Мурадова Севда Магеррам кызы (sevdamuradova3@gmail.com), Мамедова Парвин Мирдадат кызы (peri.omar87@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Баку

МЕТРИКИ СИТУАЦИОННОЙ АНАЛИТИКИ В ПЛАТФОРМАХ ВЕБ, ВИДЕО И WI-FI

Азаров Вячеслав Геннадьевич

К.т.н., доцент, Арктический государственный
агротехнологический университет
west_55@inbox.ru

Чуприна Марина Васильевна

Преподаватель, АНПОО «Омская академия
экономики и предпринимательства»
marinachup@yandex.ru

METRICS SITUATIONAL ANALYSTY IN THE WEB, VIDEO AND WI-FI PLATFORMS

**V. Azarov
M. Chuprina**

Summary. This article gives an analysis of the current platforms of web analytics, situational analytics, Wi-Fi-analysts considered legal and regulatory aspects. Established metrics for each platform, concluded that the possibility of describing web analytics, situational analytics, Wi-Fi-analysts as a separate class of situational analysis and the need for standardization of these platforms as a single class of analytic systems, as well as integrators and aggregators of IT platforms.

The studies can be used in the development of the Russian Federation Technical Committee for Standardization TC164 standard line «Artificial Intelligence», as well as IT integrators and aggregators.

Keywords: web analytics, video content analytics, Wi-Fi analytics, metrics, indicators, software, venvory, regulatory documents.

Аннотация. В статье выполнен анализ современных платформ веб-аналитики, ситуационной видеоаналитики, Wi-Fi-аналитики, рассмотрены нормативно-правовые аспекты. Установлены метрики для каждой платформы, сделан вывод о возможности описания веб-аналитики, ситуационной видеоаналитики, Wi-Fi-аналитики, как отдельного класса ситуационной аналитики и необходимости стандартизации перечисленных платформ, как единого класса аналитических систем, а также интеграторами и агрегаторами ИТ платформ.

Проведенные исследования могут быть использованы при разработке линейки стандартов технического комитета по стандартизации Российской Федерации ТК 164 «Искусственный интеллект», а также ИТ интеграторам и агрегаторам.

Ключевые слова: веб-аналитика, видеоаналитика, Wi-Fi-аналитика, метрики, показатели, программное обеспечение, вендоры, нормативные документы.

Введение

В условиях цифрового подхода к финансово-хозяйственной деятельности организаций и последствий проявления спиральной модели жизненного цикла Covid-19, изменяются приоритеты применения ИКТ технологии и принципы ее построения для государственных и муниципальных услуг, бизнес услуг, начинают учитываться возможности агрегации ИТ-систем и платформ с технологиями искусственного интеллекта, расширенной бизнес-аналитикой, статистическими данными удаленных сервисов и услуг, контролем доступа и поведенческой активности населения.

Задачи, решаемые ситуационными аналитиками, в текущих обстоятельствах заключаются в объектив-

ном определении приоритетных метрик и показателей для умного анализа, систематизации больших данных и последующего контроля оценки процессов на основе платформ B2C, ERP, CRM, BI, AI, DSS, Advanced Analytics. Кроме того, исследование метрик на основе статистического анализа в рамках предпроектного обследования процесса, позволит найти наиболее весомые и, таким образом, обосновать экономическую целесообразность необходимого и достаточного инструментария ситуационной аналитики для реализации процесса, или сформировать техническое задание на агрегацию существующей и аналитической платформы, с оценкой стоимости решения.

Наиболее актуальными платформами ситуационной аналитики с точки зрения тождественных признаков

по архитектурным и программно-техническим критериям являются такие решения как веб-аналитика, ситуационная видеоаналитика, Wi-Fi-аналитика, которым и посвящена настоящая работа.

Основной гипотезой данной работы является положение о возможности описания веб-аналитики, ситуационной видеоаналитики, Wi-Fi-аналитики как отдельного класса ситуационной аналитики.

Цель исследования

Цель исследования заключается в определении общих метрик ИТ платформ на основе веб-аналитики, ситуационной видеоаналитики, Wi-Fi-аналитики, для подтверждения выдвинутой гипотезы.

Материалы и результаты исследований

Веб-аналитикой принято считать систему измерения, сбора, анализа, представления и интерпретации информации о посетителях веб-сайтов с целью улучшения и оптимизации последних. Показатели веб-аналитики условно классифицируются на целевые экономические и неэкономические показатели. Нормативно-правовых документов, описывающих классификацию, правила применения и условия эксплуатации непосредственно ПО (программное обеспечение) веб-аналитики на территории Российской Федерации не предусмотрено.

Неэкономические метрики, или индикаторы KPI (Key Performance Indicators) включают, по данным различных отечественных и зарубежных источников и ИТ-аналитиков от 8 и выше динамических показателей, и обеспечивают возможность ситуационного анализа поведенческой активности по группам параметрических характеристик. При этом видится актуальным включение в состав метрик факторов конкуренции поисковых систем и SEO (Search Engine Optimization) [1], расширения рынка SEO, актуализации вопросов межъязыковых аспектов SEO [2] и борьбы с бот-трафиком, методик выбора KPI для SEO продвижения.

К основным экономическим показателям веб-аналитики относят показатели интернет-маркетинга: конверсию, стоимость привлечения CPC (Cost Per Click), стоимость лидов CPL (Cost Per Lead), возврат маркетинговых инвестиций (ROMI), коэффициент брошенных корзин (CAR) и другие. Общее количество главных показателей варьируется. Так, по мнению [3], показатель доходности ROMI является основным критерием группы экономических показателей; по данным источника [4], возможна конверсия показателей коммуникационной активности в экономические критерии и их ранжирование; суще-

ствуют и другие подходы определения веса экономических показателей, и определение приоритетных.

С точки зрения практической реализации, используются программные средства и комплексы, основанные на счетчиках, специализированное программное обеспечение и анализаторы лог-файлов.

Актуальны следующие решения, основанные на счетчиках для классических и облачных структур: Яндекс.Метрика, GoogleAnalytics, OpenStat, LiveInternet, Open Web Analytics, Finteza, Adobe Analytics и другие. Стоимость владения и поддержки существенно отличается. Бесплатными и условно бесплатными решениями являются Open Web Analytics, Яндекс.Метрика, а также в базовом варианте GoogleAnalytics, Deep Log Analyzer и другие. Решения на коммерческой основе, как правило, распространяются в вариантах оплаты ежемесячного тарифа и поставки коробочного комплекта ПО.

Помимо ПО комплексного анализа и веб-аналитики, может применяться узкоспециализированное ПО сквозной аналитики для B2B и B2C и платформ на их основе. К ним можно отнести, ConveadRoistat, Calltouch, Mixpanel и другие системы мониторинга поведения пользователей на электронных торговых площадках. В части анализа логов следует отметить, что структура лог-журнала, например шлюза к компановке бюджетного решения может отличаться от аналогичного решения основанного, например, на серверных группировках, гипервизорах или SAN-фабриках. Как правило, лог-файл импортируется в табличные процессоры или анализаторы лог-файлов. К последним относятся решения The webalizer, Weblog expert, Spylog Flexolyzer. Для облачных хранилищ применяются Cloud-based Log Analyzer, Loggly, SumoLogic, Splunk, Papertrail, Logz.io и другие. Отдельные анализаторы имеют исполнение для мобильных приложений. Независимую оценку системам веб-аналитики и топ-листы решений приводят различные отечественные СМИ и аналитические агентства (Habr.com, Vc.ru, Texterra.ru и другие), при этом ранговые оценки Топ-листов не всегда равноценны, отсутствуют обоснования выбора и критерии оценки.

Прикладному ПО на основе веб-аналитики уделяют внимание не только специалисты сферы SEO, но и подразделения обеспечения информационной безопасности, такие как Cybersecurity, Security Research, SOC, Fraud Analyst, а также регуляторы ИКТ, что связано с вопросами трансляции персональных данных (ПД) во внешние базы данных, передачи Javascript и PHP-трекеров координат, cookies, ID пользователей, MAC и IP-адресов [5, 6,7]. Таким образом, можно сделать вывод о системах веб-аналитики, как технологии IoB (Internet of Behaviors), поэтому определением веб-аналитики следует считать:

разновидность IoV технологий направленную на сквозную аналитику действий пользователей Интернет и мобильных приложений.

Для веб-аналитики, предполагается оценивать следующие показатели: *критерии целевой аудитории, подмножество экономических показателей KPI, критерии IoV, критерии защищенности персональных данных.*

Видеоаналитика имеет несколько отличающихся друг от друга формулировок, что можно сравнить на примерах определений источников [8, 9]. Согласно [8], видеоаналитика (VCA, Video Content Analysis) — компьютеризированная обработка и автоматический анализ потокового видеоряда, который поступает на видеосервер от видеокамер, носимых устройств и устройств Интернет вещей IoT, оснащенных веб-камерами. Согласно [9], видеоаналитика — программное обеспечение, реализующее алгоритмы автоматизированного получения различных данных на основании анализа последовательности изображений, поступающих с видеокамер в режиме реального времени или из архивных записей. С точки зрения авторов работы каждое из определений требует внесения изменений в части включения в определение аппаратно-программных комплексов, а также указаний на контроль доступа к системам видеоаналитики. Однако более точное определение приводит источник [9].

Ситуационная видеоаналитика образовалась в процессе развития технологий СКУД (система контроля и управления доступом) и видеонаблюдения и, согласно [9] «эволюционирует от классических детерминированных алгоритмов обработки изображений к когнитивным технологиям на базе искусственного интеллекта, позволяющим восстанавливать контекст происходящего на сцене видеонаблюдения». Видеоаналитика решает задачи распознавания и идентификации лиц, объектов, действий, событий и позволяет формировать пространственную и планарную геолокацию. В основе программного обеспечения лежит комплекс алгоритмов VI, машинного зрения, машинного и глубокого обучения, позволяющих вести умный видеомониторинг и производить анализ видеоряда без прямого участия человека. Видеоаналитику связывают с международными стандартом Европейского союза ONVIF (Open Network Video Interface Forum) описывающим передатчик сетевого видео, аналитику сетевого видео, хранилище сетевого видео и клиентов сетевого видео, отечественным стандартом ГОСТ Р 59385–2021, приводящим классификационные признаки и сцены наблюдения, методическими рекомендациями Р 78.36.030–2013, отдельные аспекты рассматриваются ГОСТ Р 51241–2008 и ФЗ-123 [9, 10, 11, 12].

Немаловажным фактором стандартизации систем видеоаналитики и соответственно, правил ее проектирования и эксплуатации в России, является публикация в 2021 г. ГОСТ Р 59385–2021. Стандарт имеет доминанты для применения видеоаналитики в государственном сегменте для решения АПК «Безопасный город» и меньшей степени крупном бизнесе, что очевидно из перечня вводимых ГОСТ определений и понятий. Ожидается продолжение линейки стандартов видеоаналитики технического комитета по стандартизации ТК 164. Как видится, для полноценной стандартизации систем видеоаналитики в последующей линейке стандартов, потребуется стандартизация и описание: правил интеграции видеоаналитики в корпоративные платформы; описание ключевых KPI метрик и показателей; условий защиты персональных данных от утечек по техническим каналам; компонентных структур систем видеоаналитики и дру- жественных архитектур.

Условно, системы ситуационной видеоаналитики можно разбить на два подкласса: ситуационная видеоаналитика в концепциях АПК «Безопасный город» (системы умной охраны правопорядка, Smart Polic) и прикладная видеоаналитика хозяйствующих субъектов.

В первом случае, координатором развития систем и подсистем ситуационной видеоаналитики на всех вертикалях управления является МЧС России [13]. К нормативно-правовым документам, определяющим правила и порядок эксплуатации систем видеоаналитики, относятся федеральные законы 16-ФЗ, 152-ФЗ [14, 15], Концепции «Безопасный город» [13], Постановление Правительства РФ № 969 [16] и ряд других нормативных документов федерального и регионального уровней. Перечисленные нормативно-правовые документы регламентируют типы объектов видеонаблюдения, требования к функциональным свойствам технических средств идентификации и обнаружения тревожных ситуаций, транспортной безопасности, паспорт безопасности объекта и категории потенциальной опасности, правила сертификации, а также технические параметры структурированных кабельных сетей. На федеральном уровне сформирована единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и происшествий с органами управления в кризисных ситуациях, Национальным центром управления в кризисных ситуациях и Центрами управления в кризисных ситуациях на региональном уровне. Региональная архитектура предполагает агрегацию данных Центра обработки данных (ЦОД), центра обработки вызовов Единой дежурно-диспетчерской службы с сегментами данных регионального и муниципального уровней, систем фото-видеофиксации нарушения правил дорожного движения и наружного видеонаблюдения, протоколов передачи данных MPLS (MultiProtocol Label Switching)

и других технологий на основе криптографических протоколов. По данным источника [17], в систему могут быть интегрированы решения до 150 различных по функциональным характеристикам систем. Все программно-технические решения подлежат обязательной сертификации по стандартам ФСТЭК и ФСБ.

Интеграция федеральной и региональной системы видеоналитики из хранилищ ЦОД в частный бизнес не предусмотрена, область работы ситуационного анализа ограничено допусками МЧС, МВД, ФСБ и других участников оперативного взаимодействия.

Во втором случае, программно-аппаратные платформы ситуационной видеоналитики могут применяться в качестве интеллектуальных инструментов бизнес-процессов. В первую очередь, видеоналитика актуальна для отраслей, где необходимо обеспечить контроль доступа, распознавание лиц, детекцию движения, поведения, проникновения, слежения, распознавание номер автомашин, выполнение маркетинговых исследований в торговле и других вариативных направлений анализа видеоданных. В особую категорию потенциальных потребителей VCA могут входить запросы услуг бенчмаркинга.

Сегодня, происходит локационная миграция систем хранения данных (СХД) архивов видеоналитики в облачные ресурсы и ЦОД. К таким решениям можно отнести, например, решения на основе VSaaS (Video Surveillance-as-a-Service) и программ для управления видео Video Management System (VMS), а также Intelligent Video Surveillance (IVS). Классическое видеонаблюдение и контроль доступа с применением биометрических параметров также могут быть консолидированы с ПО, например, в известные решения Интеллект (компания ITV), SecurOS (компания ISS), XProtect (компания Milestone) и другие.

Интеграция сцен видеонаблюдения допустима в ERP, CRM, BI и другие платформы, что подтверждается успешной реализацией ряда проектов отечественных вендоров и интеграторов (Лига Цифровой экономики, Крок, Parma TG), и зарубежного сегмента интеграторов (Tableau, Power BI, Qlik). По разным источникам, к ведущим отечественным вендорами систем видеоналитики ISS, Vocord, Macroscop, Ларга.Видеосервер, Видеоинтеллект, а также платформами описанным источником [9], присоединяются поставщики локальных решений для видеонаблюдения, мониторинга и детекции. Например, крупнейший поставщик систем персональной видеофиксации для МВД и Росгвардии БайтЭрг планирует интегрировать мониторинг и фиксацию правонарушений средствами индивидуальных камер Dozor 78 в служебные системы распознавания лиц, системные интеграторы

акцентируют внимание на возможностях интеграции видеопотока при помощи SDK (Software Development Kit) от производителя ПО или открытых протоколов управления и получения событий. Именно перечисленные аспекты, смещают приоритеты систем видеонаблюдения в сторону искусственного интеллекта и глубокого обучения.

Приоритетным экономическим критерием видеоналитики является стоимость детектора за один канал. Другие показатели оценивают капиталовложения в архитектуру, сопровождение и услуги интеграции в принятых горизонтах планирования. Внедрение видеоналитики требует дополнительных затрат для организации СХД на местах, что приводит к удорожанию решения. Однако линейка коробочных решений на основе встроенной видеоналитики в IP-камеры и облачных сервисов позволяет снизить финансовые нагрузки для частного бизнеса. Кроме того, отдельные вендоры, включая Samsung, Panasonic предлагают открытые платформы, что обеспечивает сторонним разработчикам возможность дополнять камеры новыми интеллектуальными функциями [18]. Следует отметить благоприятные возможности для компаний сегмента услуг IaaS (Infrastructure-as-a-Service) и VSaaS в части предоставления аренды или развертывания ИТ инфраструктуры с интеллектуальными IP-камерами под условия технического задания заказчика. Рынок услуг IaaS и VSaaS для видеонаблюдения предоставляют Ростелеком, Invideon, МТС и другие провайдеры, и частные компании.

Обзор систем видеонаблюдения и видеоналитики, представлен в различных источниках и аналитических материалах компаний IDC, Mordor Intelligence, Discovery Research Gro, MarketsandMarkets, Omdia, Гротек и других. При этом, очевидно значительное расхождение результатов анализа этого рынка, что требует дополнительного исследования и верификации результатов открытых источников.

Оценка систем видеонаблюдения и аналитики предложены TAdviser [19], оценка производительности видеоналитики ограничивается i-LIDS тестом (не утвержден ГОСТ России) [10].

Таким образом, для оценки систем видеоналитики предлагается оценивать: *критерии целевой аудиторской, подмножество экономических показателей KPI, критерии технических требований к системам и средствам идентификации физических лиц, критерии технических требований к системам и средствам обнаружения тревожных ситуаций, критерий производительности, глубину интеграции с системами СКУД, глубину интеграции с аналитическими платформами, критерии IaaS и VSaaS, кри-*

тери уровней сертификации, критерии защищенности персональных данных.

Wi-Fi-аналитика. Wi-Fi-аналитика или аналитика местоположения делает сравнительный анализ географического положения объектов наблюдения по периодам, локациями, зонам внутри локации, характеристикам оконечного оборудования объектов наблюдения и отдельные характеристики персональных данных. На выходе ПО системы, ситуационные аналитики получают аналитические отчеты в виде графиков и диаграмм для заданного временного интервала. По сути, Wi-Fi-аналитика является технологией IoT и относится к классу BI решений. Нормативно-правовых документов описывающих классификацию, правила применения и условия эксплуатации непосредственно ПО и телекоммуникационного оборудования Wi-Fi-аналитики на территории Российской Федерации не предусмотрено.

В отличие от веб-аналитики, решение требует капиталовложений в телекоммуникационную структуру, средства вычислительной техники и программное обеспечение. В минимальную конфигурацию комплекса Wi-Fi-аналитики должны входить Wi-Fi-радар, несущая, выделенный сервер, программное обеспечение.

Объект наблюдения оказывается в зоне действия Wi-Fi-сети, при этом мобильное устройство автоматически передает MAC-адрес. MAC-адрес в свою очередь транслируется в базу данных сервера платформы в хешированном виде. Процесс сбора MAC-адресов зачастую является скрытым, за исключением маркетинговых промоакций с раздачей Wi-Fi, когда собираются данные специально настроенными роутерами Wi-Fi-радаром, или так называемыми Wi-Fi-ловушками, которые сканируют окружение и видят мобильные устройства на расстоянии определяемом мощностью радара, при этом объекту наблюдения не обязательно иметь подключение к Wi-Fi. Сформировав базу MAC-адресов, возможно посредством «Яндекс.Директ» отправить таргетированную рекламу объектам, которые ранее были замечены в конкретном магазине [20], а также организовать sms и бот рассылки по уникальным идентификаторам.

Как правило, Wi-Fi-аналитика позволяет получать и анализировать следующие типы метрик: частота посещения, время нахождения в точке геолокации; маршруты движения посетителей; вовлеченные посетители; лояльные посетители; перекрестные посещения; социальные профили посетителей; производители мобильных устройств посетителей. В перспективе или по мере необходимости, возможна интеграция с системами СКУД.

По данным Orange Business Services основными производителями Wi-Fi-аналитики для российского сегмента являются НПО Аналитика (Retail Instruments), Cisco Systems Inc, Kinian, РосБизнесСофт. На внешнем рынке по данным 360Quadrants лидируют ПО следующих компаний: Aptilo SMP Wi-Fi, Blix Traffic, Блум Интеллект, Cisco Systems Inc [21]. Wi-Fi-аналитика, может использовать алгоритмы машинного обучения и быть интегрирована в B2C, ERP, CRM, BI, DSS, Advanced Analytics платформы.

Основными рисками для объектов наблюдения при использовании Wi-Fi-аналитики являются возможность несанкционированного доступа к персональным данным или иной информации позволяющей установить личность. Для европейских стран и разработчиков Wi-Fi-аналитики в сегменте, действует Общий регламент по защите персональных данных (GDPR), который вступил в силу в 2018 году. Российские требования отличаются от европейских в части нормативно-правовой базы и определяются 152-ФЗ, рядом нормативных документов ФСТЭК и других распорядительных документов регуляторов ИКТ, поэтому капиталовложения в проектное решение может потребовать применения специализированных и сертифицированных аппаратно-программных мощностей, а также алгоритмов анонимизации.

Для оценки систем Wi-Fi-аналитики предлагается оценивать: *критерии целевой аудиторсии, подмножество экономических показателей KPI, глубину интеграции с аналитическими платформами, критерии уровней сертификации, критерии защищенности персональных данных.*

Выводы

В результате проведенного анализа, установлены метрики веб-аналитики, ситуационной видеоаналитики, Wi-Fi-аналитики. Метрики могут применяться для количественной и качественной оценки экономических и неэкономических показателей. Метрики видеоаналитики являются универсальными и имеют общие признаки (за исключением отдельных показателей) и таким образом, рассмотренные платформы возможно описать как отдельный класс систем ситуационной аналитики с единой системой измерения.

С точки зрения права, требуется выработать единый подход к стандартизации, правил эксплуатации и обеспечению безопасности ПД рассмотренных платформ, как единого класса тождественных систем. Проведенные исследования могут быть использованы при разработке линейки стандартов технического комитета по стандартизации Российской Федерации ТК 164 «Искусственный интеллект».

ЛИТЕРАТУРА

1. Тагаров Б.Ж. Развитие рынка поисковой оптимизации в России // Креативная экономика. — 2018. — Т. 12, № 9. — с. 1373–1384. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-rynka-poiskovoy-optimizatsii-v-rossii> (дата обращения 21.10.2021)
2. Ачкасов А.В. Межъязыковые аспекты поисковой оптимизации // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. — 2021. — № 199. — 142–149.
3. Демкина О.В. Анализ возможности использования веб-аналитики в управлении доходностью организации / Демкина О.В., Марушко Л.Ю. // Московский экономический журнал. — 2019. — № 9. — С. 785–793. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vozmozhnosti-ispolzovaniya-veb-analitiki-v-upravlenii-dohodnostyu-organizatsii> (дата обращения 20.10.2021)
4. Коваленко А.Е. Преобразование показателей оценки экономической эффективности технологий интернет-маркетинга в малом бизнесе // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. — 2020. — Т. 14, № 2. — С. 158–163.
5. Google обвинили в незаконном сборе данных и пригрозили штрафом \$5 млрд. — URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/03/06/2020/5ed790e49a7947813766c80e (дата обращения 23.10.2021)
6. РКН: Использование аналитики может привести к блокировке сайта. — URL: <https://habr.com/ru/post/433714> (дата обращения 23.10.2021)
7. Google Analytics в мобильных приложениях как угроза нацбезопасности или почему госорганы плюют на ФСТЭК и Роскомнадзор. — URL: https://www.securitylab.ru/blog/personal/Business_without_danger/350181.php (дата обращения 23.10.2021)
8. Видеоаналитика, термины, сферы применения, технологии Video Content Analysis. — URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика_\(термины,_сферы_применения,_технологии\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика_(термины,_сферы_применения,_технологии)) (дата обращения 23.10.2021)
9. ГОСТ Р 59385–2021. Информационные технологии. Искусственный интеллект. Ситуационная видеоаналитика. Термины и определения описаны термины, понятия, типовые ситуации: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 марта 2021 г. № 120-ст: введен впервые: дата введения 2021–09–01 / разработан ООО «Видеоинтеллект». — Изд. официальное. — Москва: Стандартинформ, 2021. — 10 с.
10. Р 78.36.030–2013. Применение программных средств анализа видеоизображения в системах охранного телевидения в целях повышения антитеррористической защищенности ПЦО подразделений вневедомственной охраны. Методические рекомендации: утверждены и введен в действие ГУВО МВД России от 02.12.2013: дата введения 01.01.2014 / разработан ФКУ НИЦ «Охрана» МВД России. — Москва: НИЦ «Охрана», 2013. — 237 с.
11. ГОСТ Р 51241–2008. Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2008 № 430-ст: дата введения 2009–09–01 / разработан Федеральным государственным учреждением Научно-исследовательский центр «Охрана» (ФГУ НИЦ «Охрана») МВД России, Центром оперативного руководства деятельностью вневедомственной охраны (ЦОРДВО) МВД России и Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ). — Изд. официальное. — Москва: Стандартинформ, 2009. — 28 с.
12. Федеральный закон от 24.04.2020 № 123-ФЗ (последняя редакция) «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации — городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона «О персональных данных» (вступ. в силу с 24.04.2020). — URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/45475> (дата обращения: 23.10.2021).
13. Распоряжение Правительства РФ от 03.12.2014 № 2446-р (ред. от 05.04.2019). Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город». — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420238601> (дата обращения: 23.10.2021).
14. Федеральный закон от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О транспортной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2021). — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/24993> (дата обращения: 23.10.2021).
15. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «О персональных данных» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2021). — URL: https://legalacts.ru/doc/152_FZ-o-personalnyh-dannyh/ (дата обращения: 05.05.2021).
16. Постановления Правительства РФ от 26.09.2016 г. № 969 (ред. от 17.04.2021) Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420377376> (дата обращения: 23.10.2021).
17. Распоряжение Правительства. М.: Департамент образовательной и научно-технической деятельности МЧС России. — URL: <https://apkgb.info/tajmlajn/gasporyazhenie-pravitelstva/> (дата обращения: 23.10.2021).
18. Видеоаналитика на практике. — URL: <https://www.osp.ru/lan/2015/03/13045265> (дата обращения: 23.10.2021).
19. Видео наблюдение (рынок России). — URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видео наблюдение_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видео наблюдение_(рынок_России)) (дата обращения: 23.10.2021).
20. Карлос. А. Большой брат смотрит на тебя. И в твой кошелек. — URL: <https://marketmedia.ru/media-content/totalnaya-slezhka/> (дата обращения: 23.10.2021).
21. Best Wi-Fi Analytics Software. Comparing 24 vendors in Wi-Fi Analytics Software across 24 criteria. — URL: <https://www.360quadrants.com/software/wi-fi-analytics-software> (дата обращения: 23.10.2021).

БАЗЫ ДАННЫХ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА, ПОСРЕДСТВОМ КОТОРОГО ВЫПОЛНЯЕТСЯ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

Аль-дулаими Омар Хатем Заидан
Аспирант, Воронежский государственный
технический университет
omarhatem82@gmail.com

DATABASES IN THE STRUCTURE OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX THROUGH WHICH THE «SMART HOUSE» SYSTEM IS CONTROLLED

Al-Dulaimi Omar Hatem Zaidan

Summary. This work examines the databases in the structure of the hardware and software complex, through which the Smart House system is controlled. Particular attention is paid to the consideration of the architecture of home automation systems «Smart Home» and the process of developing a database project, which allows you to analyze this process and identify its key stages. It was revealed that the development of a database project includes 3 interrelated stages, each of which is mandatory. The work describes these stages, and also considers the requirements for the developed infological model. It was revealed that the main task of the «Smart Home» system or home automation system is to increase the degree of security and the level of comfort of living, which becomes possible by automating the management of the list of life support systems. In the process of developing a software and hardware complex for managing this system, the primary role belongs to the design and development, followed by the implementation of databases that are responsible for storing and issuing data. If the server part is designed correctly and efficiently, a prompt response to identified faults and problems is achieved, and rational management of engineering networks is achieved.

Keywords: «Smart home», home automation, database, server, software.

Аннотация. В данной работе рассматриваются базы данных в структуре программно-аппаратного комплекса, посредством которого выполняется управление системы «Умный дом». Особое внимание в работе уделяется рассмотрению архитектуры систем домашней автоматизации «Умный дом» и процессу разработки проекта базы данных, что позволяет проанализировать данный процесс, выявить его ключевые этапы. Было выявлено, что разработка проекта базы данных включает в себя 3 взаимосвязанных этапа, каждый из которых является обязательным. В работе описываются данные этапы, а также рассматриваются требования для разрабатываемой инфологической модели. Было выявлено, что главной задачей системы «Умный дом» или системы домашней автоматизации является увеличение степени безопасности и уровня комфорта проживания, которое становится возможным за счет автоматизации управления перечнем систем жизнеобеспечения. В процессе разработки программно-аппаратного комплекса для осуществления управления данной системой первостепенная роль принадлежит проектированию и разработке с последующим выполнением баз данных, которые ответственны за хранение и выдачу данных. Если серверная часть разработана корректно и эффективно, достигается оперативное реагирование на выявленные неполадки и проблемы, а также достигается рациональное управление инженерными сетями.

Ключевые слова: «Умный дом», домашняя автоматизация, база данных, сервер, программное обеспечение.

Введение

Система автоматизации для дома, известная более как система «Умный дом», ее разработка и исполнение представляет собой современный вектор промышленной автоматизации, вызывающий высокий интерес как у исследователей, так и у потребителей [1, 2, 3]. Если рассматривать данную систему с позиции инженерного устройства, это комплект специализированных

технических средств и программного обеспечения, основной задачей которых является формирование интегрированной системы автоматизации разноуровневых инженерных подсистемы, адаптируемых под пользовательские потребности и управляемые искусственным интеллектом [4]. Наибольшего внимания в структуре системы «Умный дом» заслуживает серверная часть, так как она ответственна за оперативный сбор, обработку и последующую передачу данных.

Архитектура систем «Умный дом»

Архитектура системы «Умный дом» включает в себя 3 основные части: клиентскую, аппаратную и серверную.

Серверная часть состоит из 2 уровней, логического и интеллектуального. Логический уровень серверной части ответственен за сбор, анализ и распознавание, дальнейшее хранение и выполнение сравнительного анализа получаемых от контроллеров данных. Устройства логического уровня регистрируют отклонения от выработанного рабочего режима, в ситуациях выявления критических показателей клиенту подается сигнал о выявленных неполадках, также логический уровень осуществляет запуск комплекса управленческих действий, направленных на своевременное предотвращение аварийного отключения оборудования и всей системы в целом. В физическом виде логический уровень состоит из веб-сервера и контроллеров.

Интеллектуальный уровень серверной части состоит из распределенной базы данных, которая, в свою очередь, состоит из тематической и инструментальной частей. Инструментальная часть базы данных интеллектуального уровня серверной части система «Умный дом» содержит набор правил, регламентирующих процесс управления программным и аппаратным обеспечением всей системы. Тематическая часть базы данных интеллектуального уровня серверной части система «Умный дом» включает набор правил, разработанных предметным специалистом с целью реализации технологических инструкций, которые относятся к системе управления.

Таким образом, сервер и база данных представляю собой основополагающие элементы серверной части. База данных содержит произведенные настройки, информацию о всей системе, ряд показаний, которые предоставляются при возникновении необходимости. Сервер — это интерфейс для настройки системы, наблюдения за ее функционированием и управления [5]. Сервер делает схемы использования ресурсов более рациональными, для этого он связывает устройства помещений с пользователями.

Схема взаимодействия подсистем серверной части выглядит следующим образом:

1. Устройства осуществляют сбор данных с использующихся датчиков.
2. Собранные данные отправляются на сервер.
3. Веб-сервер осуществляет обработку поступающих данных.
4. Веб-сервер регистрирует данные, вводит их в базу данных.
5. Пользователь делает запрос на те или иные данные из базы данных.

6. Веб-сервер предоставляет необходимые данные [6, 7].

Если рассматривать базу данных, она имеет собственную структуру, представленную 4 уровнями иерархии понятий:

- ◆ Первый уровень — системный элемент. Это прибор, функционирование которого необходимо автоматизировать.
- ◆ Второй уровень — устройство.
- ◆ Третий уровень — актуатор. Это исполнитель, который выполняет автоматизацию требуемой функции.
- ◆ Четвертый уровень — воздействие активации. Это определенное действие, которое необходимо для стимулирования актуатора, его выхода из текущего состояния [8].

Перечисленные уровни позволяют увеличивать системную структуру и показатели функциональности, что упрощает настройки делает всю систему универсальной.

На практике зачастую база данных являются комплексом табличных коллекций, организованных для обеспечения рационального хранения сведений. Таблицы взаимосвязаны друг с другом и классифицируются на 3 области.

Первой областью является пользовательская область, которая задает системную роль пользователя. Пользовательская область содержит таблицы для хранения и использования следующих пользовательских сведений: системные роли, идентификатор, имя, телефонный номер, адрес электронной почты, число попыток неуспешных входов и так далее.

Второй областью является область локации, которая представлена перечнем таблиц для хранения и использования сведений о месторасположения объекта: название государства, города, улицы, точного адреса объекта со специализированным идентификатором, а также с пользовательским идентификатором.

Третьей областью является область дома. Это таблицы для хранения и использования данных о пользовательских объектах, а также об установленных на территории пользовательских объектов контроллеров и датчиков. В таблицах области дома содержатся такие сведения как специализированный идентификатор объекта, полное название, адрес, характеристики объекта (сколько этажей, сколько комнат, габариты комнат, количество окон и дверей, наличие системы «теплый пол», наличие и количество источников воды, электроэнергия, газа), сведения о правах доступа к объекту, информация о количестве детей и домашних питомцев в объ-

екте, информация о контроллерах в комнате, сведения об устройствах, которые находятся на контроллере [9].

Разработка проекта базы данных

Система «Умный дом» является сложной предметной областью, для которых затруднительно построить концептуальную схему базы данных одновременно, необходимо разбить концептуальный этап на 2 уровня: даталогический и инфологический. При этом на первом уровне база данных описывается в соответствии с используемым языком описания система управления базы данных, а на втором уровне — в виде, который не зависит от используемой системы управления базой данных.

Разработка проекта базы данных включает в себя 3 взаимосвязанных этапа, каждый из которых является обязательным:

1. Инфологическое проектирование. На этом этапе выполняется анализ программного обеспечения.
2. Логическое проектирование. На этом этапе осуществляется формирование общей информационной модели программного обеспечения.
3. Физическое проектирование. На этом этапе разработанная логическая модель базы данных переносится в среду системы управления базой данных [10].

Важно учитывать, что разрабатываемая инфологическая модель должна соответствовать следующим требованиям:

- ◆ Средства модели должны описывать явления, предметы и объекты программного обеспечения, а также явления, предметы и объекты, которые применяются для решения прикладных задач, сюда же относятся отношения между перечисленными составляющими.
- ◆ Модельные средства должны описывать ограничения целостности информации, которые установлены программным обеспечением.
- ◆ Модельные средства устанавливают объемные характеристики данных, которые необходимы для разработки проектов базы данных.
- ◆ Ядро модельных понятий приближено к ядру понятий алгоритмов прикладных задач и лексическому аппарату специалистов программного обеспечения.
- ◆ В инфологической модели предусмотрены специализированные методы, задачей которых является объединение описаний прикладных задач и фрагментов программного обеспечения в единое описание полного программного обеспечения.
- ◆ Модельные средства характеризуют процесс эффективного разрешения прикладных задач с уча-

нием операций, которые осуществляются над информацией, а также частоты их реализации.

- ◆ В инфологической модели предусмотрены способы и методы передачи, отображения единого полного описания программного обеспечения в последующие модели используемых систем управления баз данных.

Инфологическое проектирование состоит из исследования программного обеспечения и его информационной структуры, а также из обнаружения фрагментов, которые могут быть описаны, смоделированы и из интеграции собранных представлений. Инфологическая модель, которая является семантической стороной программного обеспечения модели базы данных, необходимо сделать формализованное описание программного обеспечения с целью предоставления возможности понимания всеми участниками процесса, а не только специалистами базы данных. Данное описание должно соответствовать таким критериям как емкость и обобщенность, отсутствие привязки к определенной системе управления базой данных.

В процессе разработки модели и логической структуры базы данных инфологическая модель преобразуется в модель данных, которая поддерживается используемой системой управления базой данных, а далее осуществляется проверка адекватности модели относительно отображения программного обеспечения. Для любого используемого программного обеспечения можно применять проектные решения, при этом сделав отображение в даталогической модели. Чтобы отобразить инфологическую модель программного обеспечения «Умного дома» в даталогической структуре базы данных для определенной системы управления базы данных, необходимо применять итерационный процесс, подразумевающий прохождение 3 взаимосвязанных этапов:

1. Построение первоначальной логической структуры базы данных, которая обеспечивала бы максимально возможное сокращение объемов памяти в процессе сбора и дальнейшего хранения информации, различных данных.
2. Выбор методов физического обеспечения базы данных для построенной логической структуры базы данных, которые обеспечивали бы необходимое среднее и максимально возможное время решения прикладных задач с минимальными потерями памяти.
3. Модификация разработанной логической структуры базы данных, при условии отсутствия возможности найти оптимальные способы физической организации базы данных.

Физическая структура базы данных выбирается на основании унифицированной математической модели, при этом производительность служит главной целевой

функцией. Модель в данном случае предусматривает разработку системы специализированных ограничений, учитывающую наибольшие значения допустимых временных и объемных характеристик, а также модель демонстрирует связи между структурными параметрами и несет ответственность за выполнение механизмов обеспечения надежной защиты всей системы.

Заключение

Главной задачей системы «Умный дом» или системы домашней автоматизации является увеличение степени

безопасности и уровня комфорта проживания, которое становится возможным за счет автоматизации управления перечнем систем жизнеобеспечения. В процессе разработки программно-аппаратного комплекса для осуществления управления данной системой первостепенная роль принадлежит проектированию и разработке с последующим выполнением баз данных, которые ответственны за хранение и выдачу данных. Если серверная часть разработана корректно и эффективно, достигается оперативное реагирование на выявленные неполадки и проблемы, а также достигается рациональное управление инженерными сетями.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габдрахманова А.М., Султанович Е.Д. Рынок умного дома // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2019. № . URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynok-umnogo-doma> (дата обращения: 13.10.2021).
2. Аверин А.И. Интеллектуальное управление домом. «Умный дом» // European science. 2015. № 4 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnoe-upravlenie-domom-umnyu-dom> (дата обращения: 13.10.2021).
3. Кузашев А.Н., Смолин А.Е. Интернет вещей, умный дом и умные города // Эпоха науки. 2021. № 25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-umnyu-dom-i-umnye-goroda> (дата обращения: 13.10.2021).
4. Байгозин Д.В., Первухин Д.Н., Захарова Г.Б. Разработка принципов интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «Умный дом» // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2008. — Т. 313, № 5. — С. 168–172.
5. Крамчанинов С.С., Черкесова Л.В. Общие вопросы проектирования программного обеспечения для системы домашней автоматизации «Умный загородный дом» // Academy. — 2018. — Т. 1, № 6 (33). — С. 18–22.
6. Михайлов Л.Ю. Разработка серверной части информационной системы «Умный дом»: выпуск. квалиф. работа: 02.03.03 / Л.Ю. Михайлов; Тольят. гос. ун-т. — Тольятти, 2016. — 65 с.
7. Цой В.Г. Проектирование информационной системы «Умный дом»: выпуск. квалиф. работа: 09.03.03 / В.Г. Цой; Томский политех. ун-т. — Томск, 2017. — 105 с.
8. Карпук А.А. Методология проектирования баз данных сложных систем // Банковская система: устойчивость и перспективы развития. Сборник научных статей пятой международной научно-практической конференции по вопросам банковской экономики, посвящённой 70-летию банковского образования на Полесье. Редколлегия: К.К. Шебеко [и др.]. — 2014. — С. 283–287.
9. Проектирование информационных систем: учебно-методическое пособие / Сост. Шамсутдинов Т.Ф. Казань: КГАСУ, 2018. — 110 с.
10. Яковина И.Н., Ногай Д.А., Собянин М.А., Волков А.А., Федрак А.М. Подход к разработке системы домашней автоматизации // Автоматика и программная инженерия. — 2015. — № 4 (14). — С. 46–53.

© Аль-дулаими Омар Хатем Заидан (omarhatem82@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОТ ВЕБ-БОТОВ: ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТЫ НА ТОРГОВЫЕ ВЕБ-САЙТЫ И ЕЁ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПОСЕЩАЕМОСТЬЮ И РЕЛЕВАНТНОСТЬЮ В ПОИСКОВОЙ ВЫДАЧЕ

**WEB BOT PROTECTION RESEARCH:
THE IMPACT OF PROTECTION
ON SHOPPING WEBSITES AND ITS
RELATIONSHIP TO VISITS AND SEARCH
RELEVANCE**

**P. Babaritsky
I. Gosudarev**

Summary. This article describes the study of the interaction of automated systems of information collectors and the methods and means of protection against them opposed to them. Covers working with both automatic collectors, based on the Python programming language, and also discusses examples of various protections that web bots may encounter. Includes data collection results and statistics on a sample of the online shopping segment, such as traffic, relevance and security. Based on the aforementioned data, a forecast was formed about the likelihood of protection, depending on the popularity of the site or its position in the search engine.

Keywords: web-scraping, web-crawler, security, web-bots, web-parsing.

Бабарицкий Павел Александрович

Аспирант, ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский университет ИТМО»
pavel3345@yandex.ru

Государев Илья Борисович

К.п.н., доцент, ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский университет ИТМО»
ilia-gossoudarev@yandex.ru

Аннотация. Данная статья описывает исследование взаимодействия автоматизированных систем сборщиков информации и противопоставленных им методов и средств защит от них. Охватывает работу как с автоматическими сборщиками, на базе языка программирования Python, а также рассматривает примеры различных средств защит, с которыми могут столкнуться веб-боты. Включает в себя результаты сбора информации и статистические данные о выборке сегмента интернет-магазинов, такие как посещаемость, релевантность и наличие защиты. На основе вышеупомянутых данных, был сформирован прогноз о вероятности наличия защиты в зависимости от популярности сайта или положения его в поисковой системе.

Ключевые слова: web-scraping, web-crawler, security, web-bots, web-parsing.

Введение

Анализ методов извлечения и обработки данных Интернет-ресурсов является актуальным направлением исследования в области прикладной веб-безопасности и коммерческого использования веб-ресурсов. Об этом свидетельствует множество современных научных публикаций, посвященных проработке положений указанной проблемной области. Так, авторами статьи с названием «Exploiting web scraping in a collaborative filteringbased approach to web advertising» [1] раскрывается специфика и назначение такого явления как web-scraping.

Актуальность данного исследования в рамках поставленной задачи обусловлена отсутствием аналогичных исследований с целью выявления потенциального влияния методов защиты на веб-сайт с использованием теоремы Байеса. А также для большей значимости проводимых экспериментов данное исследование проводит сбор метрик с более чем с одной поисковой системы.

Исследование проводилось для разработки парсера данных способного собирать информацию о веб-сайтах, для его дальнейшего анализа, дальнейшей модификации данного функционала и нахождения взаимосвязей между существующими параметрами. Данные знания можно использовать для фильтрации из общего количества сайтов для более подробного исследования существующих способов защиты таких как robots.txt [2], CAPTCHA [3], и различные программные методы [4, 5]. Также рамках данной работы были получены результаты показавшие потенциальную взаимосвязь между наличием защиты и числом посещений, полученные результаты могут быть дополнены путём улучшения алгоритмов поиска наличия защитных механизмов путем разделения по способам защиты, подобное знание позволит понять какие типы защит обладают большим воздействием на посещение веб сайтов. Полученные знания может повлиять на сбор статистических сведений о различных способах защиты данных в интернете и дополнить SEO анализ [5]. А информация о воздействии защиты на веб-сайты позволит понять какие способы противодействия веб-бо-

```

def get_shops_links(url, count):
    driver.get(url)

    links = []

    while count > 0:
        all_shop_links = driver.find_elements_by_xpath(
            '//div[@class]/div[@data-hveid and @data-ved]/div[@class]/div[@class]/a')
        for link in all_shop_links:
            if link not in links:
                links.append(link.get_attribute('href'))
                # print(link.get_attribute('href'))

        if count > 1:
            driver.find_element_by_xpath(
                '//tbody/tr//td[@role='heading']/a/span[contains(text(),'Следующая')]").click()

        count = count - 1

    return links

```

Рис. 1. Сбор ссылок торговых магазинов

там наименее приводят к оттоку посетителей. Данная информация позволит разработчикам веб сайтов выбирать лучшие практики относительно выбора способов защиты.

Всё вышесказанное определяет потенциальные развитие данного исследования, которое основываясь на полученных данных и пользуясь инструментами, разработанными в процессе написания данной статьи позволит провести более фундаментальное исследование и рассмотреть каждый элемент защиты исследуемых сетей на предмет возможных их уязвимостей. Установление наличия взаимосвязи между посещаемостью и защитой позволит говорить о том, что разработчикам защитного программного обеспечения рекомендуется разрабатывать механизмы защиты, которые не воздействуют на число посещений и недостаточно агрессивны чтобы приводить к воздействию на поисковых веб-ботов, вследствие которого уменьшается положение в поисковой выдаче.

Объектом исследования выступили торговые онлайн магазины, а предметом исследования средства защиты информации от web сборщиков. В качестве выборки выступили торговые площадки, которые попадают в релевантные выдачи поисковой системы Google. Теорема Байеса, был выбран в качестве основного анализирующего уравнения, так как он позволяет дополнять данные новыми вводными и тем самым позволяет дополнять уже произведенный анализ, и учитывать получение ранее результаты, в более поздних и подробных анализах данных.

Методы исследования

Все современные технологии защиты от сбора данных, направлены на усложнение процедуры сбора и каталогизации, путем усложнения и повышения уровня контроля доступа к web ресурсу. Таким образом, главной задачей web мастера конкретного ресурса, становится поиск точки баланса, между комфортным доступом к ресурсу и сложностью противостояния web-ботам. Для проверки данного предположения, сформируем ряд гипотез, о наличии связи между посещаемостью ресурсом и наличие на нем средств защиты. Проверка будет производится научным методом Байеса, который позволяет произвести расчёты предположений о всемирной сети интернет.

Для сбора данных было разработано приложение на языке программирования Python 3. Собиралась информация о сайтах, которые занимаются торговлей. В качестве основной выборки выступили сайты, которые отдавала поисковая система Google, в результате полученных ответов на «get-запросы» был сформирован массив тематических интересующих сайтов. Для автоматического сбора и эмуляции работы пользователя использовалась библиотека Selenium для языка программирования Python 3, которая позволяет работать с элементами интерфейса сайтов.

Для навигации и поиска данных используются xpath-запросы, позволяющие получить искомые ссылки и совершать переходы по ним (Рис. 1). Для получения информации о собранных сайтах, была создано две функ-

```

def enter_on_site():
    ... time.sleep(1)
    ... driver.get("https://a.pr-cy.ru/")
    ... driver.find_element_by_xpath("//span[@class='badge']").click()
    ... driver.find_element_by_xpath(
    ... |... "//input[1]").click()
    ... driver.find_element_by_xpath(
    ... |... "//input[1]").send_keys("██████████")
    ... driver.find_element_by_xpath("//input[@id='password']").click()
    ... driver.find_element_by_xpath(
    ... |... "//input[@id='password']").send_keys("██████████")
    ... driver.find_element_by_xpath(
    ... |... "//button[@type='submit' and @class='btn btn-primary btn-md']").click()

```

Рис. 2. Автоматизированное прохождение регистрации

```

def send_website_for_analysis(url):
    ... mass = []

    ... try:
    ... |... driver.get("https://a.pr-cy.ru/" + url)
    ... except:
    ... |... try:
    ... |... |... driver.get("https://a.pr-cy.ru/" + url)
    ... |... |... except:
    ... |... |... return mass

    ... time.sleep(10)
    ... try:
    ... |... driver.find_element_by_xpath("//button[@class='close']").click()
    ... except:
    ... |... time.sleep(0)

    ... time.sleep(1)

    ... parse_visit_count = driver.find_elements_by_xpath(
    ... |... "/div[@class='analysis-test_content']/table[@class='table-clear table-content-test']/tbody/tr/td[@class='text-right' and position() <=
    ... for elem in parse_visit_count:
    ... |... value = elem.text.replace(u'\xa0', '')
    ... |... value = value.replace("-", "")
    ... |... try:
    ... |... |... mass.append(int(value))
    ... |... |... except:
    ... |... |... print('error: ', url)
    ... return mass

```

Рис. 3. Сбор данных для исследования

ции, одна из которых проходит регистрацию на сайте выполняющий SEO анализ (Рис. 2), а вторая принимает ссылки сайтов и отправляет сформированные запросы стороннему сайту для анализа (Рис. 3).

Полученный ответ аналогичным образом подвергается парсингу с помощью xpath-запросов и полученные результаты возвращается в виде массива данных. Эта функция обрабатывает каждый сайт поочередно и суммарные результаты проанализированных сайтов будут помещены в словарь, состав которого затем будет использован в качестве базовых данных для построения

функциональных графиков зависимости на основе теории Байеса. Для учета сайтов, обладающих средствами защиты от воздействия автоматизированного кода, были так же учтены в итоговых цифрах словаря при помощи функции checkShop (Рис. 4).

Данная функция вызывается и проверяет сайт на наличие отказа в доступе при перемещениях веб-бота на сайте. Учёт отказа происходит в том случае если сайт возвращает отказ в каком-либо из существующих ранее способов, например в виде возможных текстовых сообщений "access denied" или другими способами перебира-

```

def checkShop(url, access_denied_counter):
    try:
        driver.get(url)
        time.sleep(1)
        try:
            driver.find_element_by_xpath(
                "//*[contains(text(), 'Access denied')] or cont
            except NoSuchElementException:
                info_about_views_visits[url].append(0)
                return access_denied_counter

            info_about_views_visits[url].append(1)
            access_denied_counter = access_denied_counter + 1
            return access_denied_counter
        except:
            info_about_views_visits[url].append(2)
            access_denied_counter = access_denied_counter + 1
            return access_denied_counter

```

Рис. 4. Подсчет отказов в доступе

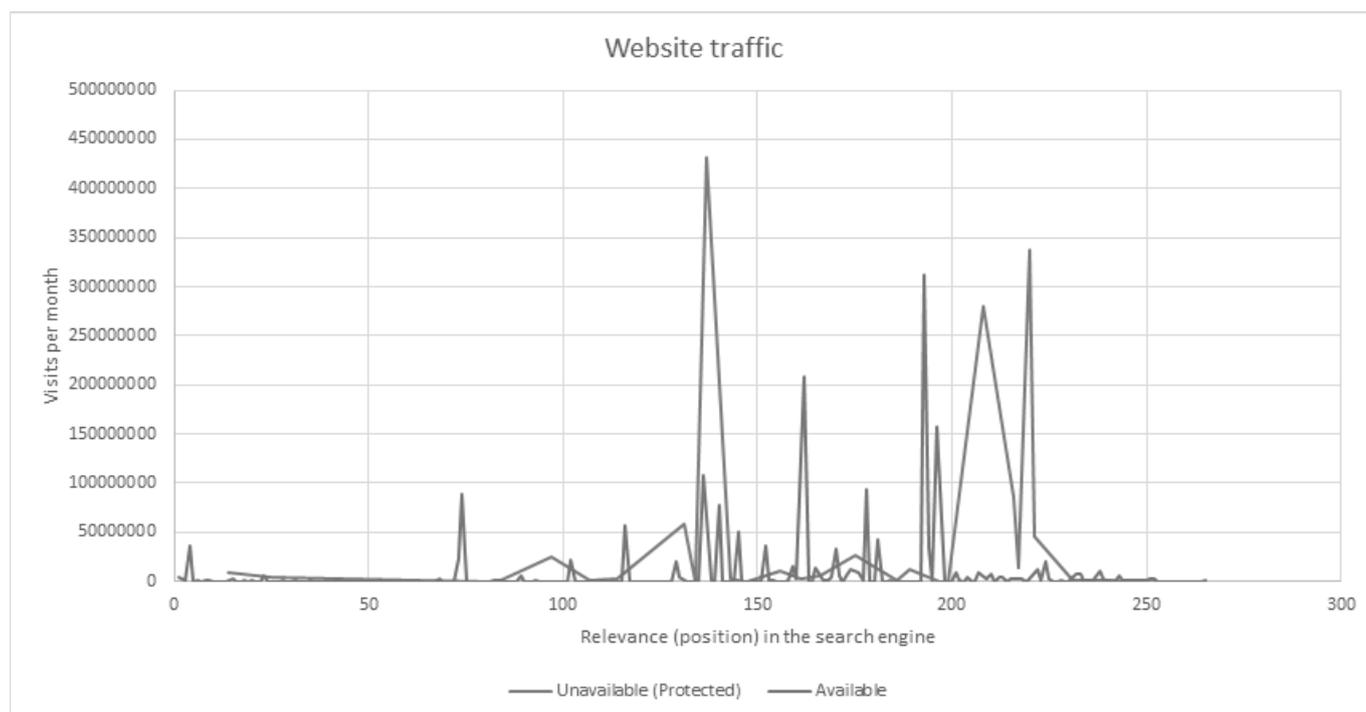


Рис. 5. Зависимость между посещениями и релевантностью за месяц

емых в xpath запросе путем объединения запросов логическими операциями "and" и "or". Например, в случае необходимости пройти CAPTCHA элемент интерфейса будет найден на сайте за счет классов, содержащих эле-

мент капчи, например класс "rc-anchor-logo-img-portrait". Если на сайте применялся файл htaccess для ограничения доступа xpath обнаружит текст Forbidden в соответствующем теге с текстом ошибки.

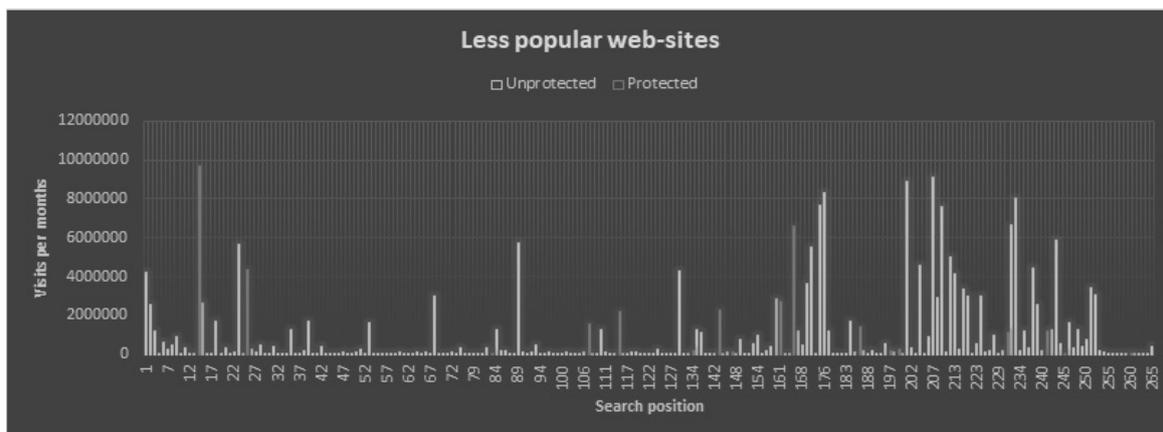


Рис. 6. Зависимость между посещениями и релевантностью (less popular sites)

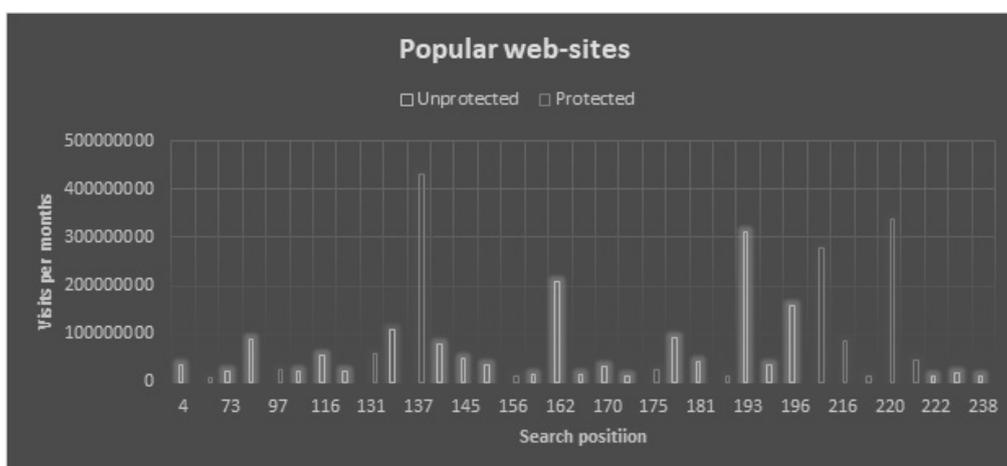


Рис. 7. Зависимость между посещениями и релевантностью (popular sites)

Все полученные результаты сохранены с помощью модуля Pandas в файл-документ в формате таблицы Excel, в которых уже при помощи внутри-операционных инструментов были построены графики: зависимости количества посетителей в месяц (ось Y) и релевантности в соответствии с позицией в поиске (ось X); зависимости количества просмотров от позиции в поисковике с учетом наличия защиты (Рис. 5).

Для анализа полученных результатов была использована одна из наиболее применяемых теорем элементарной теории вероятностей, позволяющая делать предположения с определённой точностью о вероятности того или иного события принимая в учет те условия, что произошли другие статистически взаимосвязанные с ним события.

Формула Байеса, применяемая для получения результатов, выглядит следующим образом:

$$P(H|E) = \frac{P(E|H)P(H)}{P(E)}, \text{ где}$$

$P(H)$ — априорная вероятность гипотезы H ;

$P(H|E)$ — вероятность гипотезы H при наступлении события E (апостериорная вероятность);

$P(E|H)$ — вероятность наступления события E при истинности гипотезы H ;

Результаты исследования

В результате произведенного исследования, были получены многочисленные данные о популярности сайтов и наличие на них защиты от посещения их web-ботами, и для удобного восприятия, они были занесены в график, где по оси X позиция в поисковой системе, а по оси Y количество посещений в месяц. Цветовая маркировка обозначает наличие защиты, где красная — «protected», а зелёное «unprotected».

Таблица 1. Рассчитанные вероятностные оценки для поисковой системы Google

	$P(H)$	$P(H)$	$P(E H)$	$P(E H)$	$P(E)$	$P(H E)$
1	0,10566038	0,89434	0,42857143	0,09704641	0,13207547	0,34285714
2	0,10566038	0,89434	0,60714286	0,92241379	0,89033582	0,07343815
3	0,10566038	0,89434	0,142857143	0,405063291	0,377358491	0,04
4	0,10566038	0,89434	0,857142857	0,857142857	0,838696398	0,107984293

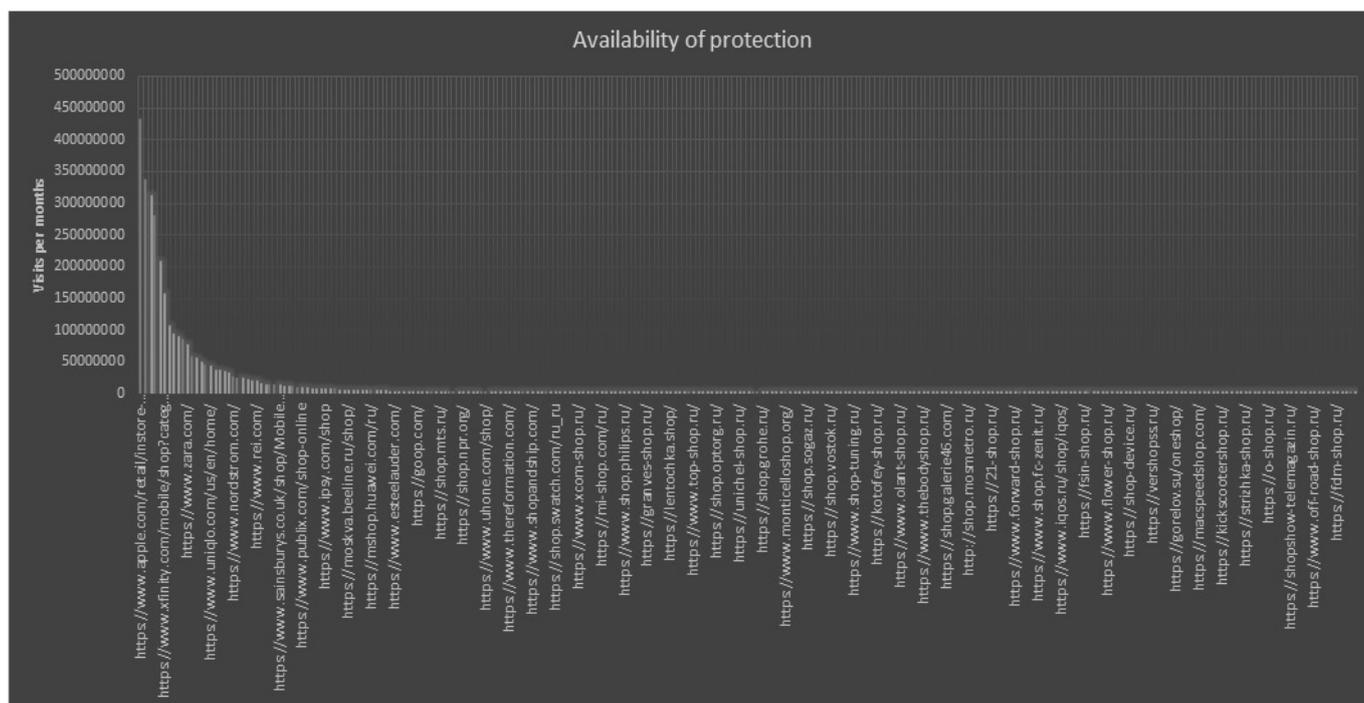


Рис. 8. Зависимость между посещениями и числом посещений в порядке убывания

На первом графике (Рис. 6) сделана выборка из менее популярных сайтов, а на втором (Рис. 7) из наиболее популярных. Третий график (Рис. 8) демонстрирует выборку лидеров по количеству посещений, от большего к меньшему, без учета номера релевантной выдачи. На основе этих выборок, были сформированы несколько гипотез, а именно:

1. $P(H|E)$ — гипотеза о том, что популярные торговые веб-сайты используют защиту от веб ботов;
2. $P(H|E)$ — гипотеза о том, что не популярные торговые веб-сайты используют защиту от веб ботов;
3. $P(H|E)$ — гипотеза о том, что релевантные торговые веб-сайты используют защиту от веб ботов;
4. $P(H|E)$ — гипотеза о том, что менее релевантные торговые веб-сайты используют защиту от посещения их страниц веб ботами.

Где H — случай, когда сайт обладает защитой, а E — соответствующее накладываемое ограничивающие условие (популярные, не популярные, релевант-

ные, не релевантные сайты). Следовательно, $P(E)$ — будет вероятностью наступления такого условия, для каждого из четырех случаев оно отличается. За релевантных были выбраны первые 100 веб-страниц, а за популярные, те сайты, которые смогли превысить планку в 9500000 человек в месяц.

Расчеты, произведенные для гипотез, были занесены в таблицу 1.

$P(H)$ — априорная вероятность или доля случаев, когда эксперимент привел к результату H или первоначальный уровень доверия предположению H , когда сайт обладает защитой, следовательно для всех четырех случаев априорная вероятность равна: $P(H) = (\text{число защищенных сайтов}) / (\text{общее число сайтов}) = 0,10566038$.

Согласно результатам по 1 и 2-й гипотезе $P(H|E)$ не популярных значительно меньше, чем $P(H|E)$ для популярных сайтов.

Таблица 2. Рассчитанные вероятностные оценки для поисковой системы Yandex

	$P(H)$	$P(H)$	$P(E H)$	$P(E H)$	$P(E)$	$P(H E)$
1	0,108247423	0,891753	0,52380952	0,13872832	0,18041237	0,31428571
2	0,10824742	0,891753	0,47619048	0,86127168	0,81958763	0,06289308
3	0,10824742	0,891753	0,476190476	0,554913295	0,360824742	0,142857143
4	0,10824742	0,891753	0,523809524	0,919354839	0,876538078	0,06468747

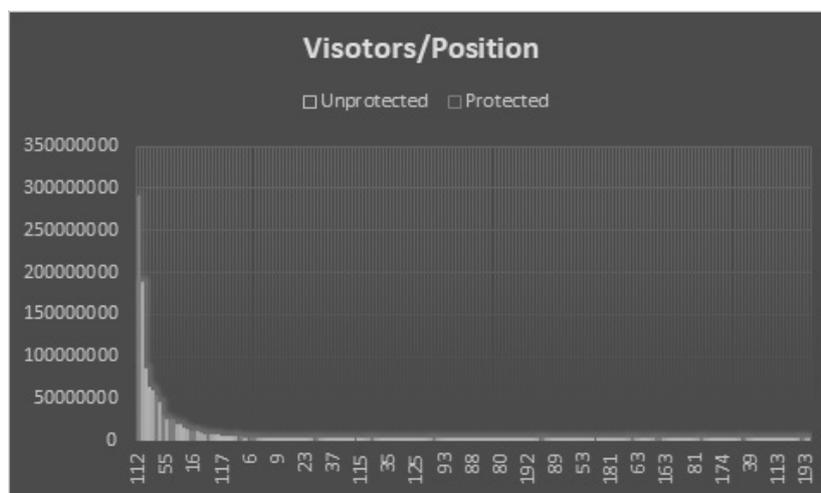


Рис. 9. Зависимость между посещениями и числом посещений в порядке убывания

Как показали результаты 3 и 4 гипотез: говорить о том, что менее или более релевантные сайты предпочитают использовать защиту невозможно в связи с тем, что постериорная вероятность мала в обоих случаях. Тем не менее вероятность встретить, менее релевантный сайт с защитой выше, что вероятно вызвано тем, что жесткая защита влияет на поисковых ботах.

Среди всех четырёх гипотез судить о возможной взаимосвязи между популярностью и наличием защиты позволяет только результат, полученный о вероятности того, что гипотеза верна в первом случае, где данная вероятность равна 0,34.

Для дополнительной проверки результатов и значимости экспериментов был произведен сбор метрик для альтернативной поисковой системы Yandex.

Для получения результатов использовались аналогичные программные способы рассмотренные для Google. За исключением SEO сайта, предоставляющего данные о месячном посещении: была произведена замена a.pr-cy.ru на be1.ru.

Результаты для поисковой системы Yandex и аналогичных гипотез представлены на графике (Рис. 9) и зане-

сены в таблицу 2. Полученные результаты сопоставимы с результатами первого эксперимента.

Заключение

Проведенное исследование, показало о справедливости одной из выведенных гипотез, относительно связи о том, что популярные торговые веб-сайты используют защиту от веб ботов. Однако же остальные выведенные гипотезы, продемонстрировали малый коэффициент соответствия действительности, и не прошли проверку, а следовательно, не подтвердились. Так же, полученные цифры, позволяют предположить о работе различных алгоритмов и сценариев выдачи поисков систем, что могло повлиять на итоговые результаты исследования. Таким образом, для получения более обширного ответа и выведения более точных гипотез, следует использовать большее количество входных данных, таких как: системы поиска, различные ключевые слова для запросов, другие тематические ресурсы. А также, немаловажен тот факт, что для интернет-ресурсов, с большим трафиком жизненно необходимо наличие отсеивающих защит от интернет сборщиков информации, даже если это влияет на положение в выдаче поискового ресурса, так как это напрямую влияет на стоимость обслуживания данного ресурса и это

в свою очередь, может влиять на полученные в результате исследования цифры.

В соответствии с полученными результатами было принято решение о повторном исследовании и допол-

нении полученных результатов. Также разработанный веб-бот, предполагает усовершенствование с целью получения иных дополнительных сведений о торговых площадках для будущих исследований, которые позволят развивающихся область SEO анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vargiu, E. Exploiting web scraping in a collaborative filteringbased approach to web advertising / E. Vargiu, M. Urru // Artificial Intelligence Research. — 2013. — Vol.2, № 1. — P. 44–54.
2. Drott, M.C. Indexing aids at corporate websites: the use of robots.txt and META tags / M.C. Drott // Artificial Intelligence Research. — 2002. — Vol.38, № 2. — P. 209–219.
3. CAPTCHA: Using Hard AI Problems for Security / L. von Ahn, M. Blum, N.J. Hopper, J. Langford // Advances in Cryptology — EUROCRYPT 2003. — Berlin: Springer, 2003. — P. 294–311.
4. Loesch, W., Fluker, D. Secure web site authentication using web site characteristics, secure user credentials and private browser // United States Patent № US8095967B2. 2012.
5. Spider Trap // techopedia, 2019 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.techopedia.com/definition/5197/spider-trap/>, свободный. (дата обращения: 18.12.2019).
6. SEO: A unique approach to enhance the site rank by implementing Efficient Keywords Scheme / K. Rehman, A. Yasin, T. Mahmood, M. Azeem et al. // PeerJ Preprints, 2019. — P. 1–21.

© Бабарицкий Павел Александрович (pavel3345@yandex.ru), Государев Илья Борисович (ilia-gossoudarev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



НИУ ИТМО

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЦЕССАМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ В ДИСТАНЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR DATA PROCESSING FOR CONTROL PROBLEMS IN REMOTE HIGHER EDUCATION SYSTEMS

A. Belyakova
O. Romashkova
T. Ermakova
S. Chiskidov

Summary. The article about the study of data of students processing processes for management tasks in distance systems of higher education.

Keywords: educational organization, data processing, management task, distance system, higher education, rating.

Белякова Анна Вячеславовна

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)», г. Москва
itwhitelight@mail.ru

Ромашкова Оксана Николаевна

Д.т.н., профессор, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)», г. Москва
ox-rom@yandex.ru

Ермакова Татьяна Николаевна

К.т.н., доцент, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)», г. Москва
ermaktat@bk.ru

Чискидов Сергей Васильевич

К.т.н., доцент, ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»
Г. Химки (Московская обл.)
chis69@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию процессов обработки данных обучающихся для задач управления в дистанционных системах высшего образования.

Ключевые слова: образовательная организация, обработка данных, задача управления, дистанционная система, высшее образование, рейтинг.

Введение

На данный момент существует множество методик оценки как качества образования в образовательной организации, так и оценки достижений каждого обучающегося в отдельности. Эти методики зачастую не исключают присутствие человеческого фактора в случае, когда группа экспертов определяет вес показателей [1].

Например, если взять метод анализа иерархий, то для начала специалисту необходимо определить рейтинг каждого учебного, творческого, спортивного или иного достижения, оценить, насколько одно приоритетнее другого, в виде критерия (рисунок 1).

Таким образом, определяется приоритетность достижений при построении рейтинга. Однако возможно использовать искусственный интеллект для определения приоритета критериев.

На основе получения данных о рейтинге можно быстро сделать вывод о результатах управления и эффективности работы дистанционных систем высшего образования.

Процесс обработки данных для задач управления

Было проведено моделирование процесса обработки данных для задач управления, представленное на рисунке 2.

Несмотря на возможность выбора SQLite3 по умолчанию для фреймворка web-приложения был сделан выбор в пользу Microsoft SQL Server.

Определение рейтинга обучающихся

Говоря о методе анализа иерархий как об одном из самых распространенных методов, зачастую роль

Главное Справочная информация Учет достижений Отчеты Рейтинг

Регистрация учебных достижений | Регистрация спортивных достижений | Регистрация научных достижений | Регистрация общественных достижений | Регистрация творческих достижений | Шкала отношений Создать

Создать Поиск (Ctrl+F) Еще

Наименование	Код	Объяснение
Одинаковая значимость	1	Два действия вносят одинаковый вклад в достижение цели
Промежуточные значения между соседними значениями шкалы	2	Ситуация, когда необходимо компромиссное решение
Некоторое преобладание значимости одного действия перед другим (слабая значимость)	3	Опыт и суждение дают легкое предпочтение одному действию перед другим
Промежуточные значения между соседними значениями шкалы	4	Ситуация, когда необходимо компромиссное решение
Существенная или сильная значимость	5	Опыт и суждение дают сильное предпочтение одному действию перед другим
Промежуточные значения между соседними значениями шкалы	6	Ситуация, когда необходимо компромиссное решение
Очень сильная или очевидная значимость	7	Предпочтение одного действия перед другим очень сильно. Его превосходство практически явно
Промежуточные значения между соседними значениями шкалы	8	Ситуация, когда необходимо компромиссное решение
Абсолютная значимость	9	Свидетельство в пользу предпочтения одного действия другому в высшей степени предпочтительны

Рис. 1. Шкала отношений

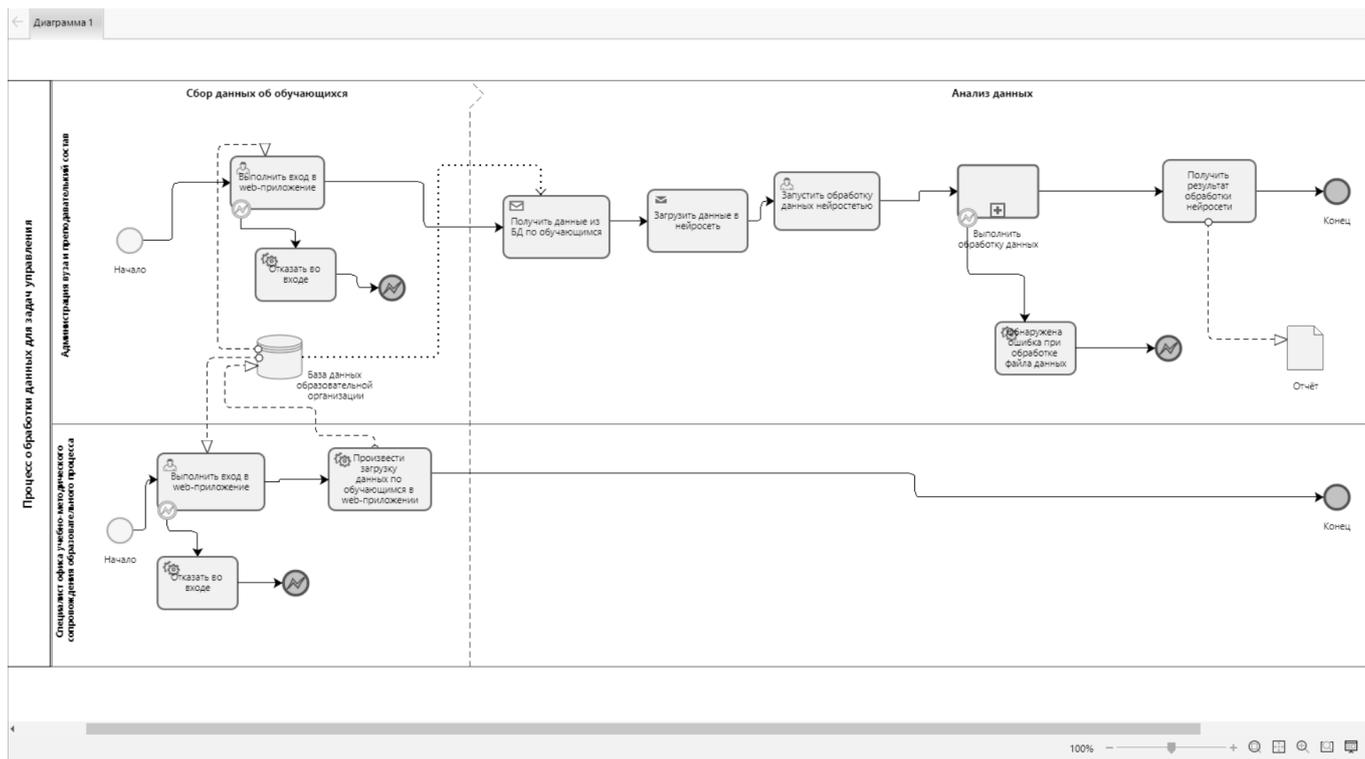


Рис. 2. Процесс обработки данных

экспертной оценки оставляют за скобками, сосредотачивая внимание на попарном сравнении альтернатив, построении матриц, вычислении векторов, расчете собственного значения и индекса согласованности, но все эти вычисления происходят на основе оценок, получен-

ных в результате рассуждений эксперта, которые являются субъективными [2].

Для рейтинговой оценки достижений обучающихся в сетевых дистанционных системах высшего образова-

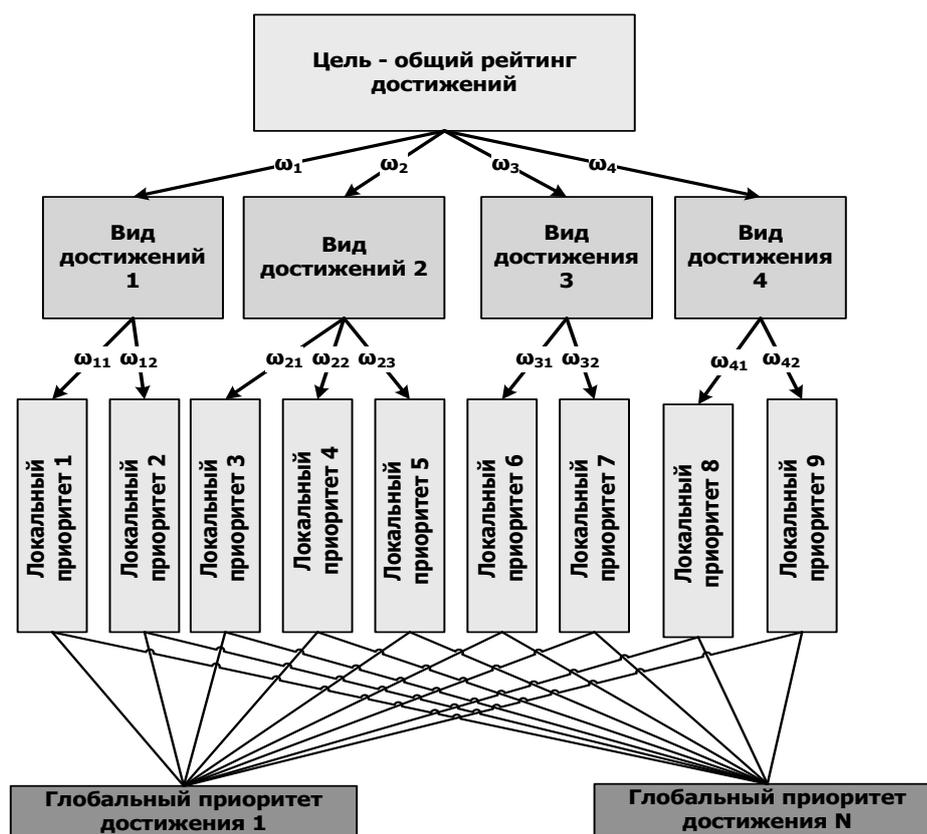


Рис. 3. Иерархическая структура

ния необходимо определить n весов критериев, а кроме этого, требуется активное участие эксперта в процессе определения весов всех достижений (рисунок 3).

В данной структуре всё основано на суждениях эксперта или группы экспертов. Из отношений суждений экспертов и получается матрица. Вектор приоритетов, получаемый в итоге, отражает то, насколько одно достижение приоритетнее другого.

Если для оценки эффективности управления образовательной организацией брать успехи обучающихся, то их достижения не только в учебной, но и в остальных видах деятельности, в частности, выступления на различных конференциях, публикации, необходимо также учитывать, и основанная на конкретных данных, например, на документах, публикациях, успеваемости оценка будет более объективна, чем, к примеру, социологические опросы, и может использоваться в следующих вариантах: 1) для выявления наиболее и наименее успешных образовательных программ; 2) для мотивации обучающихся путем предоставления повышенной стипендии или иных поощрений для наиболее успешных обучающихся; 3) дает полную картину для регулирования образовательной деятельности [3].

В качестве эксперта в образовательной организации может выступать специалист офиса учебно-методического сопровождения образовательного процесса на этапе введения в базу данных видов достижений, рейтинг которых будет храниться в ней (рисунок 4).

Затем суммарный рейтинг каждого обучающегося может быть получен как запросом из базы данных, так и через web-приложение (рисунок 5).

Загрузка данных о рейтинге обучающихся может производиться как при помощи средств Microsoft SQL Server, так и через web-приложение, к примеру, данные могут быть экспортированы из 1С: Предприятия в формате таблицы Excel и импортированы средством Microsoft SQL Server (рисунок 6, 7).

Возможно формирование целой экспертной группы для определения приоритетов согласно шкале Саати, однако очевидно быстрее и более экономически выгодно использование нейросети для определения приоритетов вместо эксперта или экспертной группы.

В процессе управления образовательной организацией может потребоваться получить оценку немедлен-

Код_вида_СД	Название_СД	Рейтинг_СД
1	Лыжный спорт	2
2	Бег	5
3	Плавание	3
4	Гольф	4
5	Настольный теннис	6
6	Теннис	9
7	Волейбол	7
8	Футбол	1
9	Баскетбол	3
10	Каратэ	6
11	Дзюдо	2
12	Художественная гимнастика	8
13	Спортивная гимнастика	2
14	Спортивные танцы	1
15	Конное поло	5
16	Биатлон	4
17	Хоккей	6

Рис. 4. Достижения в базе данных

Приложение обработки данных об обучающихся Домашняя

Обучающиеся

Список обучающихся также доступен на отдельной странице

[Перейти »](#)

ФИО	Рейтинг
Абакумова Наталья Петровна	5
Абашин Алексей Антонович	8
Авдеев Александр Александрович	24
Авдеев Евгений Александрович	5
Адидовских Артур Петрович	2
Аксаненко Светлана Владимировна	4
Андреев Антон Валерьевич	11
Антиопова Лена Евгеньевна	15
Апрель Алина Алексеевна	4
Ахматова Алина Дмитриевна	5

Рис. 5. Рейтинг в web-приложении

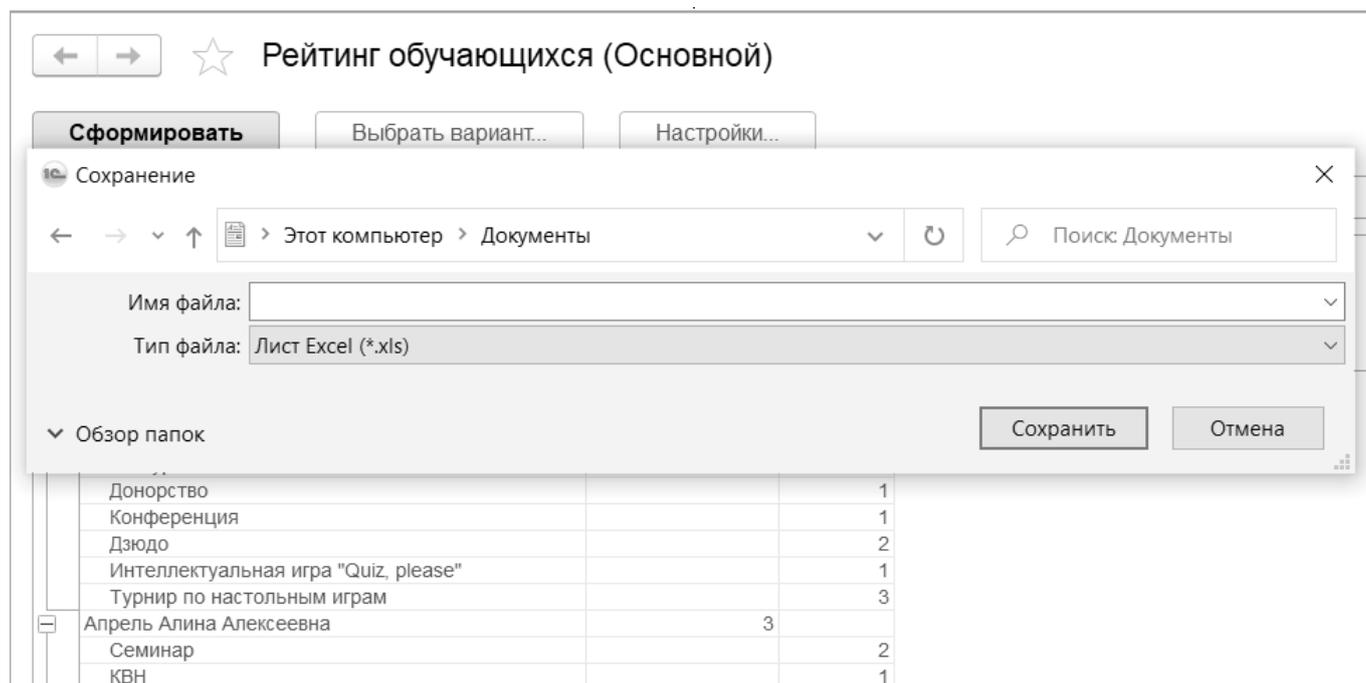


Рис. 6. Экспорт данных об обучающихся

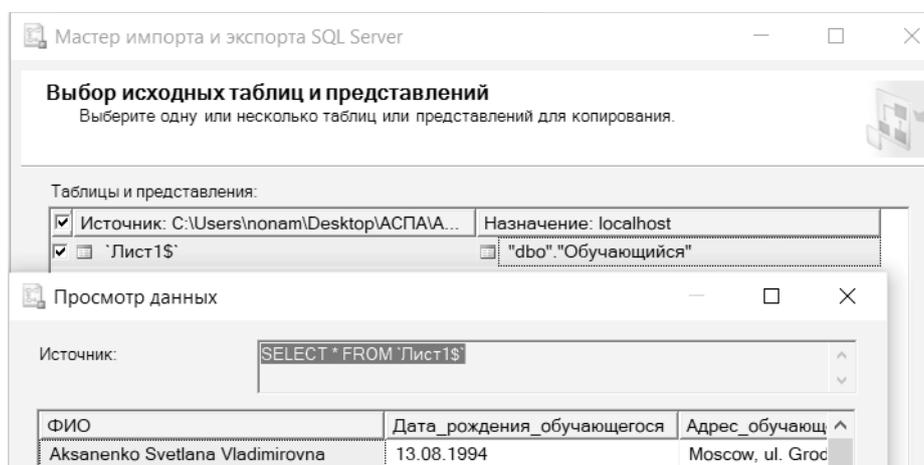


Рис. 7. Импорт данных об обучающихся

но, но при добавлении нового вида достижений обучающихся будет необходимо для начала привлечь эксперта или группу экспертов для оценки, что замедлит её получение, либо исключить этот вид достижений из анализа, что снизит объективность представленной картины [4].

Определение приоритетов с помощью обученной нейросети

Если экспертные оценки уже существуют, то эти оценки даются в качестве обучающего набора (рисунок 8),

и нейросеть таким образом решает задачу классификации — отнесения какого-либо вида достижения к определенному классу, более или менее приоритетному по шкале отношений Саати. Происходит сопоставление входных данных о достижениях с определенным классом.

Если эксперт до этого не привлекался, то нейросеть решает задачу группировки видов достижений по кластерам (рисунок 9), для этого в качестве числового значения, определяющего каждый вид достижений обуча-

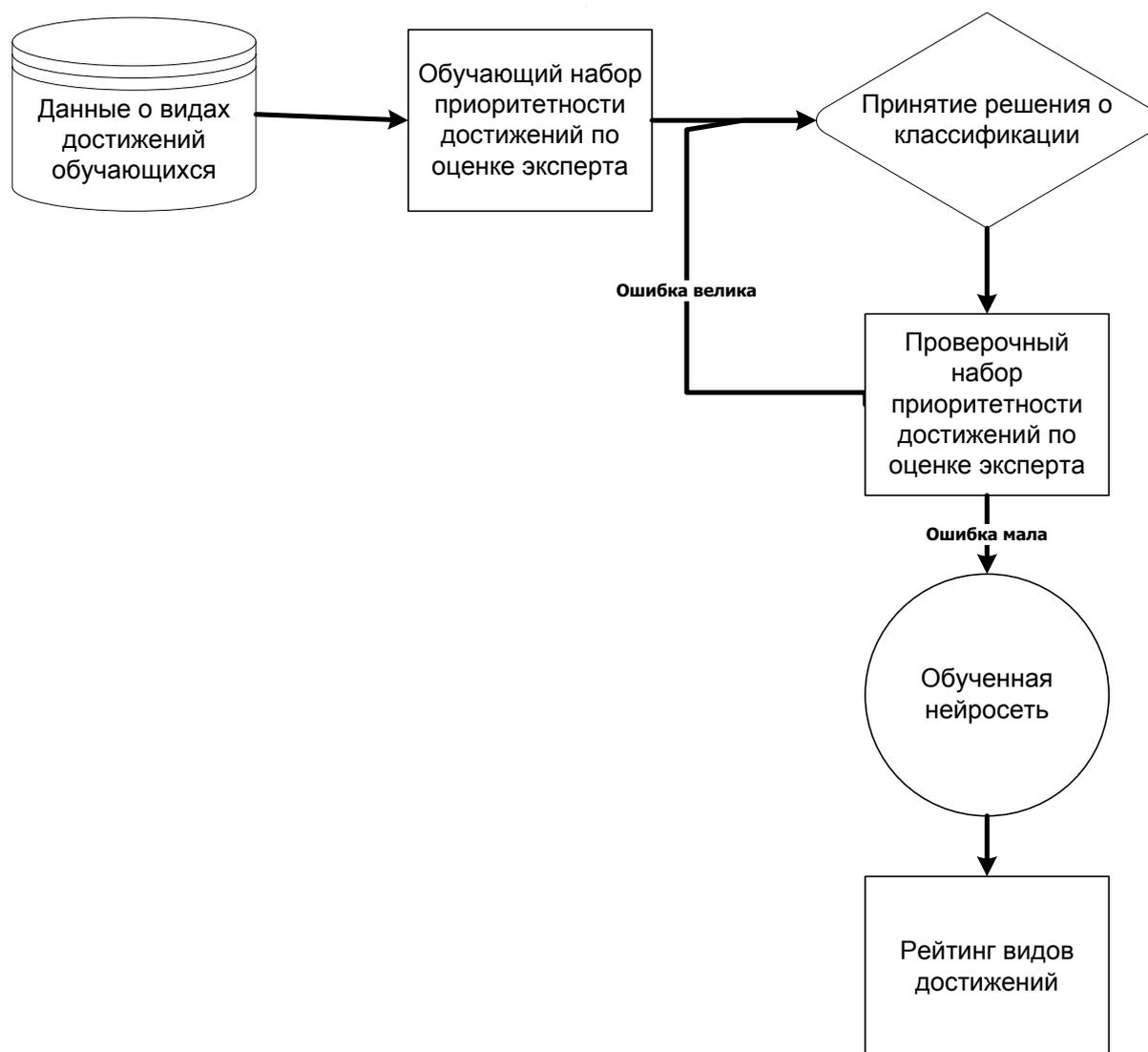


Рис. 8. Задача классификации

ющегося, берется количество обучающихся, у которых есть этот вид достижения, а в качестве меток кластеров опять же используется шкала отношений Саати, так что впоследствии будет возможно применить метод анализа иерархий в обоих случаях. Группировка маркировок по кластерам проходит без проверочного набора.

Использование именно шкалы отношений Саати необходимо, в частности, для того, чтобы у всех образовательных организаций была одинаковая шкала отношений, что могло бы дать возможность сравнивать показатели разных организаций или разных институтов внутри одного университета.

Поскольку необходимо обеспечить наиболее быструю обработку данных для задач управления в web-приложении дистанционной системы высшего

образования, возможно использование в web-приложении функции заполнения нейросетью пустых ячеек базы данных в фоновом режиме, то есть после добавления нового вида достижений нейросеть может приступать к задаче кластеризации при отсутствии экспертной оценки или классификации, если экспертная оценка есть [5].

Также необходимо создать возможность сохранять данные о рейтинге на определенный момент времени для того, чтобы в дальнейшем можно было проследить динамику эффективности выполнения задач управления образовательной организацией во времени.

Заключение

Таким образом, был проведен анализ процессов обработки данных для задач управления в дистанционных

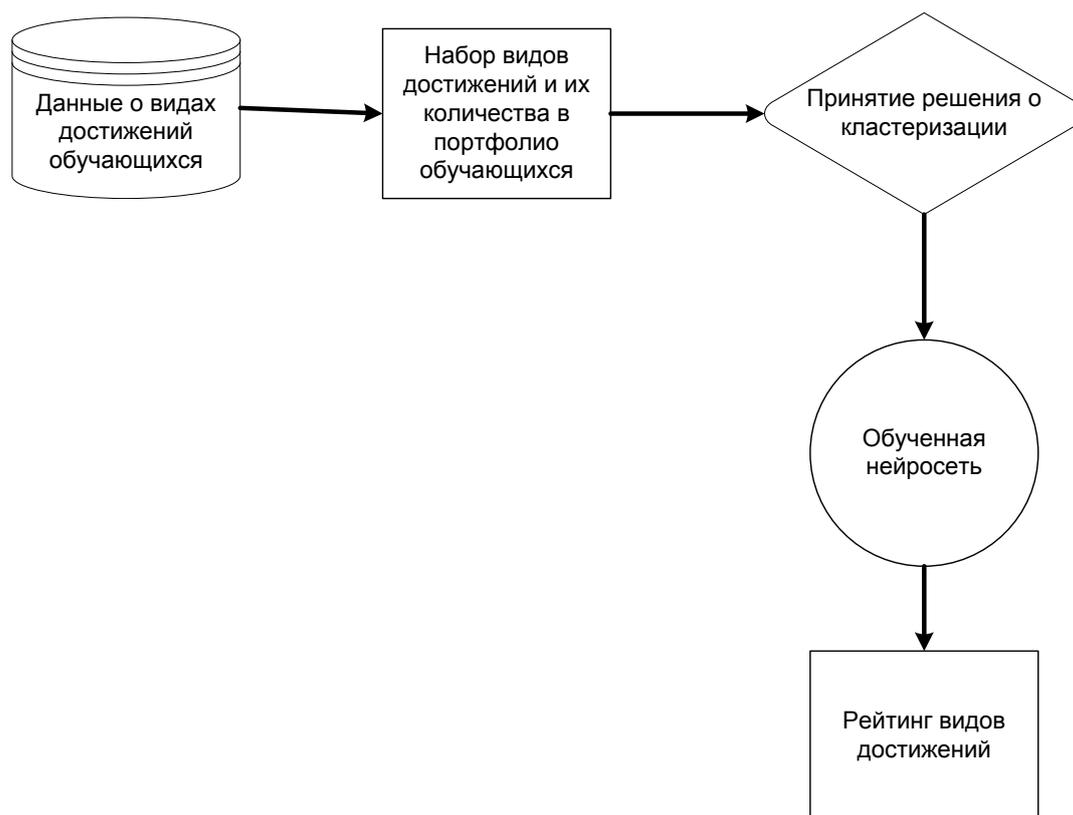


Рис. 9. Задача кластеризации

системах высшего образования. В дальнейшем необходимо разработать web-приложение, которое будет дистанционно получать и обрабатывать данные о рейтинге,

и, используя эти данные, можно будет быстро сделать вывод о результатах управления и эффективности работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белякова А.В., Пономарева Л.А., Ромашкова О.Н. Математическая модель оценки качества образовательного процесса // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2019. С. 43–44.
2. Белякова А.В., Пономарева Л.А., Чискидов С.В. Прототип информационной системы оценки качества учебного процесса в образовательной организации // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2019. С. 45–46.
3. Romashkova O.N., Belyakova A.V., Ponomareva L.A. Information model of data management in network online educational systems // В сборнике: Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021. 2021. С. 2226–2229.
4. Ермакова Т.Н., Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А. Модернизированная структура управления образовательной системой // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 6 (79). С. 84–91.
5. Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А., Василюк И.П. Применение информационных технологий для анализа показателей рейтинговой оценки вуза // В книге: Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2018. С. 65–68.

© Белякова Анна Вячеславовна (itwhitelight@mail.ru), Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru),

Ермакова Татьяна Николаевна (ermaktat@bk.ru), Чискидов Сергей Васильевич (chis69@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЛИСТ МЕБИУСА

MODELING OF A MOBIUS SHEET

**D. Vavanov
A. Stepura**

Summary. The article discusses two ways of modeling a topological surface — a Mobius sheet in the Wolfram Mathematica program and in the 3DMax graphics editor. Several variants of visual representation of the surface are presented. Recently, architects and designers have shown interest in creating art objects and structures using this surface. This is due to the new possibilities that computer modeling provides in the study of surface properties by using electronic and information models of similar objects. The Mobius Sheet surface considered in the article is very promising in terms of a new look at its geometric properties revealed in the process of information modeling.

Keywords: Mobius sheet, information modeling technologies (BIM), Wolfram Mathematica, 3DMax graphic editor.

Ваванов Дмитрий Алексеевич

Преподаватель, Московский государственный
строительный университет

Степура Анна Вячеславовна

Преподаватель, Московский государственный
строительный университет

stepura83@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены два способа моделирования топологической поверхности — Лист Мебиуса в программе Wolfram Mathematica и в графическом редакторе 3dMAX. Представлены несколько вариантов наглядного изображения поверхности. В последнее время, со стороны архитекторов и дизайнеров обозначился интерес к созданию арт-объектов и сооружений с использованием указанной поверхности. Это связано с теми новыми возможностями, которые дает компьютерное моделирование в исследовании свойств поверхностей путем использования электронных и информационных моделей подобных объектов. Рассматриваемая в статье поверхность Лист Мебиуса весьма перспективна в плане нового взгляда на ее геометрические свойства, выявляющиеся в процессе информационного моделирования.

Ключевые слова: лист Мебиуса, технологии информационного моделирования (BIM), программе Wolfram Mathematica, графический редактор 3dMAX.

Интерес к нетривиальным поверхностям в архитектуре и дизайне проявился в полной мере в конце XX века. Популярность творений Нормана Фостера и Захри Хадид обусловлена применением в геометрической схеме и оболочках зданий [1] топологических поверхностей (рис. 1). Развитие технологий информационного моделирования (BIM) ускоряет процесс проектирования и строительства сложных поверхностей. Для внедрения таких подходов в практику проектирования необходимо разрабатывать алгоритмы моделирования различных поверхностей в графических редакторах.

Лист Мебиуса — это односторонняя поверхность [2, с. 47], описываемая либо параметрически, либо неявным уравнением третьего порядка. Кинематический эту поверхность можно получить таким образом: в качестве образующей надо взять отрезок, в качестве направляющей — любую замкнутую плоскую кривую (например, окружность), и в процессе движения одновременно вращать отрезок относительно его средней точки на угол 180 градусов за полный оборот вдоль направляющей.

В параметрической форме уравнение этой поверхности представляется следующим образом [3]:

$$x(t, \varphi) = \left(a + t \sin \frac{\varphi}{2}\right) \cos \varphi;$$

$$y(t, \varphi) = \left(a + t \sin \frac{\varphi}{2}\right) \sin \varphi;$$

$$z(t, \varphi) = t \cos \frac{\varphi}{2};$$

где, a — радиус направляющей окружности для отрезка, образующего поверхность ленты Мебиуса;

t — параметр, определяющий ширину ленты, $-1 < t < 1$;

$$0 < \varphi < 2\pi.$$

Изображение, полученное по этим уравнениям в программе Wolfram Mathematica, показано на следующих рисунках (в различных ракурсах) (рис. 2):

При использовании неявной формы задания, уравнение поверхности имеет следующий вид [4]:

$$-y * a^2 + y * x^2 + y^3 - 2 * a * x * z - 2 * z * x^2 - 2 * z * y^2 + y * z^2 = 0$$

И форма поверхности несколько меняется (изображение получено в программе Wolfram Mathematica). Изменение внешнего вида связано с тем, что в этом варианте поверхность Мебиуса представлена не в виде ленты с определенной шириной, а в виде неограничен-

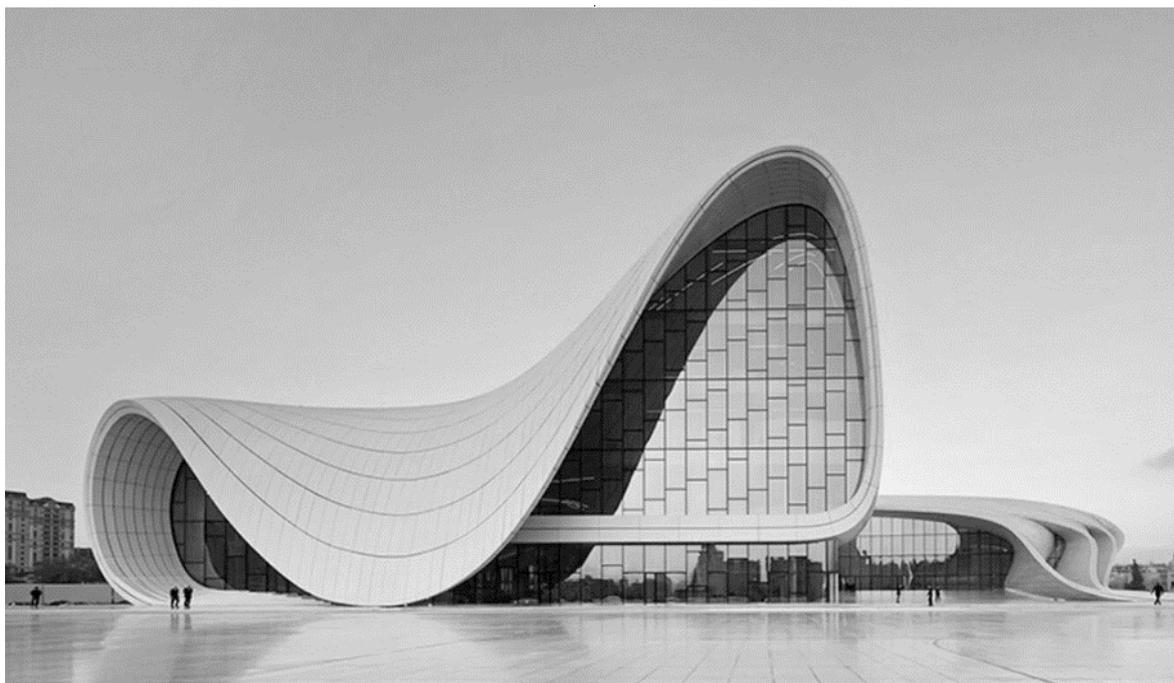


Рис. 1. Центр Гейдара Алиева, Азербайджан. арх. Захи Хадид

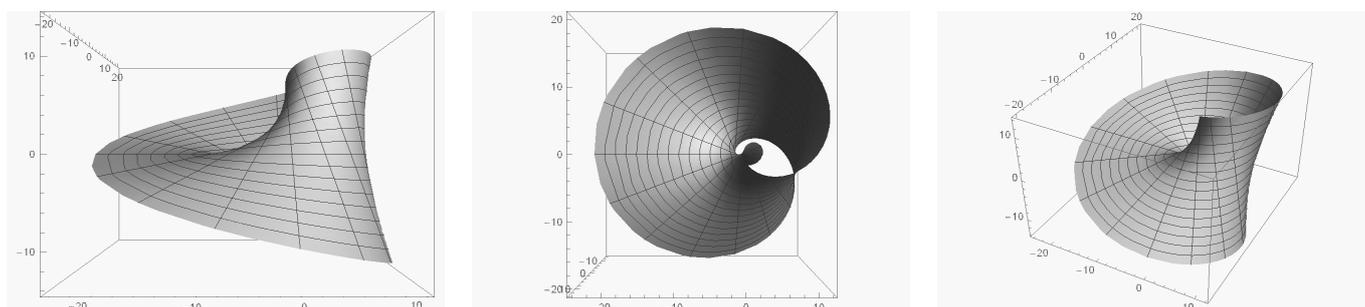


Рис. 2. Лист Мебиуса

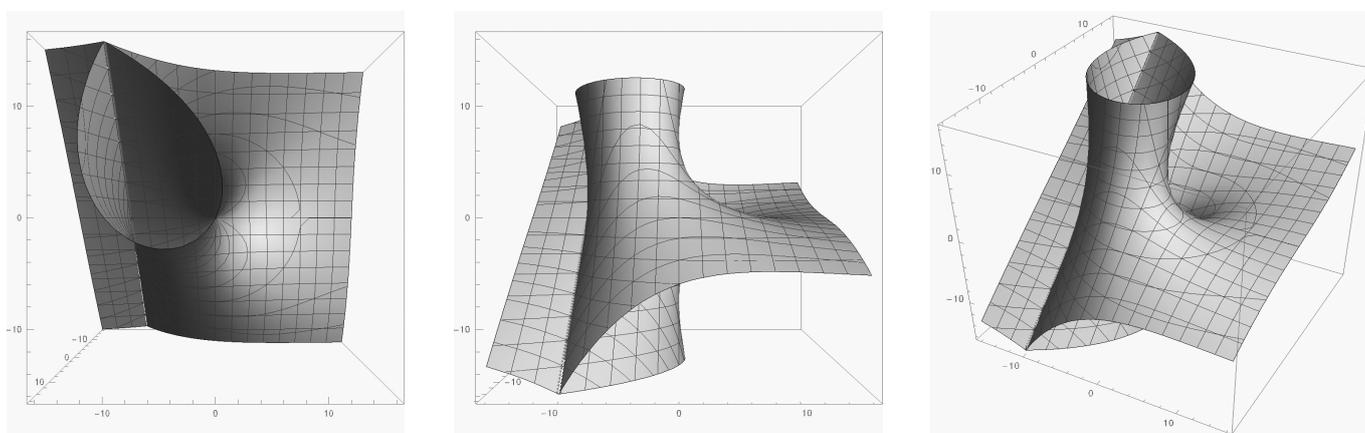


Рис. 3. Лист Мебиуса неограниченной ширины

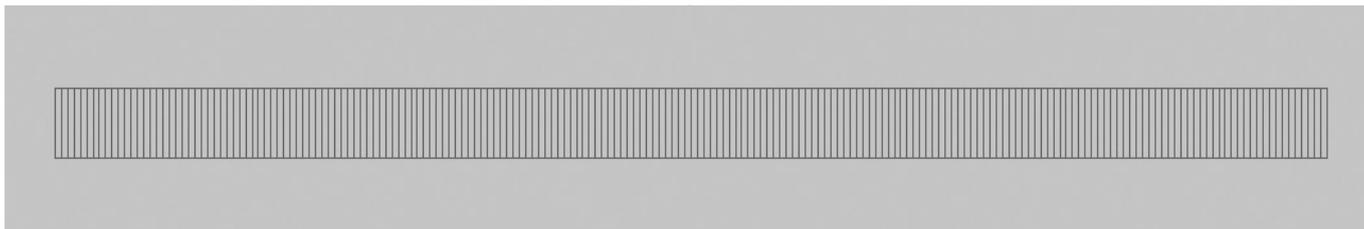


Рис. 4. Трехмерный примитив — прямоугольник

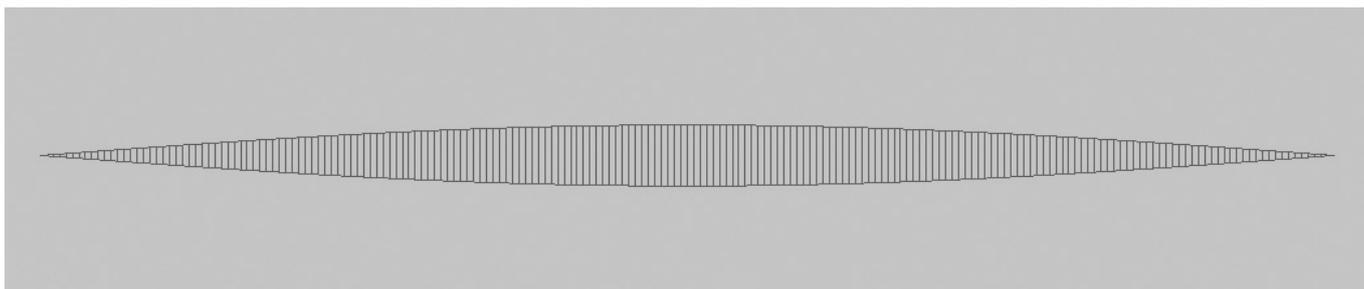


Рис. 5. Скрученный на 180 градусов лист

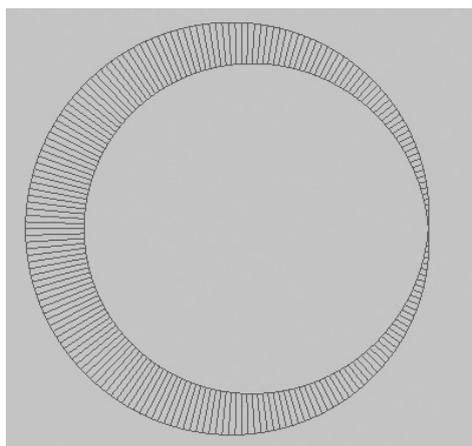


Рис. 6. Лист, свернутый в кольцо

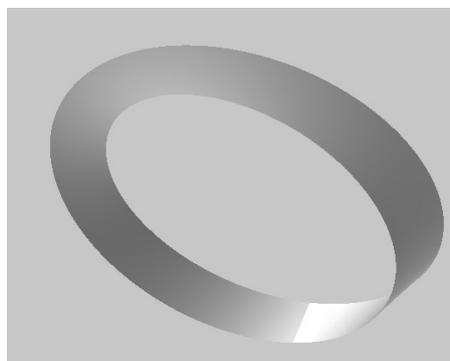


Рис. 7. Визуальное изображение Листа Мебиуса

ной поверхности [4]. Поэтому на изображении видов присутствует линия самопересечения, которая появляется и в предыдущем варианте, если в параметрических уравнениях ширину ленты сделать достаточно большой (рис. 3).

Моделирование листа Мёбиуса в программе 3dsMAX осуществляется следующим образом. Вначале создается трехмерный примитив BOX с параметрами длины, ширины и высоты — 200, 0 и 10 соответственно. Получаем длинный узкий прямоугольник. Для того, чтобы в дальнейшем его можно было изгибать, необходимо назначить 200 сегментов (максимальное значение) по наибольшей стороне (рис. 4).

На втором этапе нужно применить модификатор скручивания (Twist), установив параметр угла 180 градусов, и выбрав ось, соответствующую наибольшему габаритному размеру параллелепипеда. В результате получится скрученный на 180 градусов лист (рис. 5).

На следующей стадии преобразований применяем модификатор изгиба (Bend), установив ось изгиба, перпендикулярную полученной ленте, и параметр угла 360 градусов, в результате чего лист свернется в кольцо, и замкнется по коротким отрезкам границы (рис. 6).

После этого модели можно придать материал, и произвести рендер (т.е. получить проработанное с учетом цвета, оптических свойств выбранного материала, и освещенности визуальное изображение) (рис. 7).

ВЫВОДЫ

Перспективы использования односторонней кольцевой поверхности — Листа Мебиуса достаточно широки. Инновационные формы архитектурных и дизайнерских решений [5] стало возможным воплотить с развитием технологий информационного моделирования. Информационный двойник здания будет использоваться не только на этапе проектирования и возведения, но и в процессе эксплуатации, а также утилизации сооружения. Именно по этой причине вычислительное проектирование приобретает все большую актуальность. Предварительная визуализация сложных геометрических форм, исследование восприятия проектируемых объектов с разных ракурсов, синхронизация изменений в различных частях проекта делают труд проектировщика подлинно творческим и производительным, избавляют от рутинных работ. Параметризация и создание библиотек различных поверхностей, для использования в компьютерном моделировании, весьма актуальная задача сегодняшнего этапа развития технологий проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремеева А.П., Наумянов Д.Э., Крылова О.В., Царева М.В. Архитектура сквозь призму геометрии. В сборнике: Дни студенческой науки. М: изд. НИУ МГСУ 2019. С. 772–774.
2. Левитин Карл «Геометрическая рапсодия», изд. Амфора, 2016, 313 с.
3. Чешкова М. Инверсия листа Мёбиуса // Известия Алтайского государственного университета, 2017. № 4(96).
4. Чешкова М.А. Односторонние поверхности. Барнаул. Журнал «Известия алтайского государственного университета». 2015. № 1–2 (85) с. 164–168.
5. Кравченко Г.М. и др. Эволюция объектов параметризма. М: изд. Издательский Центр РИОР. Журнал «Строительство и архитектура» 2018. № 4 с. 44–48.

© Ваванов Дмитрий Алексеевич, Степура Анна Вячеславовна (stepura83@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

THREATS OF INFORMATION IMPACT ON INFORMATION SYSTEMS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS

S. Ivliev
S. Krilova
A. Kvaskov
Abdul-Karim Umyarov

Summary. The widespread use of open cartographic services in the information systems of educational organizations leads to an increase in the list of current threats to personal data processed in these systems. The danger of reducing the level of protection of personal data processed in the information systems of educational organizations is shown in the light of the growing threats of informational psychological impact on the population of Russia through social engineering and information technology impact. Research in the field of GIS information security has shown insufficient security of data transmission protocols and the client part. The purpose of this study is to analyze information security threats implemented through publicly available mapping services. As a result of the study, the following were identified: a number of technical and organizational vulnerabilities related to the use of third-party mail services and services provided by social networks, the use of WEB developments that have not passed the verification procedure for undocumented capabilities, vulnerabilities in system and application software, violation of password management rules and related violation of information access rules, insufficient measures to counter access blocking.

Keywords: information systems, information security, cartographic services.

Ивлиев Сергей Николаевич

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Мордовский
Государственный Университет им. Н.П. Огарёва»,
Саранск
ivliev_ibis@mrsu.ru

Крылова Светлана Львовна

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Мордовский
Государственный Университет им. Н.П. Огарёва»,
Саранск
krilova_ibis@mrsu.ru

Квасков Алексей Александрович

Аспирант, ФГБОУ ВО «Мордовский Государственный
Университет им. Н.П. Огарёва», Саранск
unholy_str@mail.ru

Умяров Абдул-Карим Рафаэлевич

ФГБОУ ВО «Мордовский Государственный
Университет им. Н.П. Огарёва», Саранск, Россия
umiarov.karim@yandex.ru

Аннотация. Широкое использование открытых картографических сервисов в информационных системах образовательных организаций приводит к увеличению перечня актуальных угроз для персональных данных, обрабатываемых в этих системах. Показана опасность снижения уровня защищенности персональных данных, обрабатываемых в информационных системах образовательных организаций, в свете нарастающих угроз информационного психологического воздействия на население России посредством социальной инженерии и информационно-технического воздействия. Исследования в области информационной безопасности ГИС показали недостаточную защищенность протоколов передачи данных и клиентской части. Целью настоящего исследования является анализ угроз информационной безопасности, реализуемых через общедоступные картографические сервисы. В результате исследования были выявлены: ряд уязвимостей технического и организационного характера, связанных с использованием сторонних почтовых сервисов и сервисов, предоставляемых социальными сетями, использованием WEB-разработок, не прошедших процедуру проверки на наличие недокументированных возможностей, уязвимости в системном и прикладном программном обеспечении, нарушение правил управления паролями и связанное с ним нарушение правил доступа к информации, недостаточность мероприятий противодействия блокированию доступа.

Ключевые слова: информационные системы, информационная безопасность, картографические сервисы.

Введение

Век информационных технологий, когда информация стала критически важным ресурсом, особую актуальность приобретают проблемы информационной безопасности. При этом данная проблема не имеет однозначного простого решения, а носит комплексный характер. Это подтверждается в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации: «Обеспечение информационной безопасности — осуществление взаимоувязанных правовых, организационных, оперативно-розыскных, разведывательных, контрразведывательных, научно-технических, информационно-аналитических, кадровых, экономических и иных мер по прогнозированию, обнаружению, сдерживанию, предотвращению, отражению информационных угроз и ликвидации последствий их проявления». К сожалению, при реализации и продвижении проектов, связанных с информатизацией различных сторон общественной, научной и производственной деятельности, обеспечению безопасности при генерации, обработке, хранении и удалении информации иногда уделяется недостаточно внимания. На наш взгляд реализация Национальных проектов «Здравоохранение», «Образование», «Демография», «Экология», «Жилье и городская среда» невозможна в отрыве от Национального проекта Российской Федерации «Цифровая экономика», содержащего федеральный проект «Информационная безопасность».

Уязвимости использования геоинформационных систем при реализации национальных проектов «Здравоохранение», «Образование», «Демография», «Экология», «Жилье и городская среда» обуславливают возможности реализации угроз конфиденциальности, целостности и доступности при удаленном подключении к сервисам сторонних производителей и поставщиков картографического контента. Причем, это в большей степени касается информационных систем персональных данных (ИСПДн). Целью атак на ИСПДн может быть как получение конфиденциальной информации о субъекте, так и информационно-психологическое воздействие на население. Ряд исследователей указывает на наличие существенных уязвимостей в информационных системах. В частности, это относится информационным системам образовательных организаций. На кафедре информационной безопасности и сервиса ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева» проводятся исследования проблем защиты персональных данных в информационных системах различного назначения. Целью настоящего исследования является анализ угроз информационной безопасности, реализуемых через общедоступные картографические сервисы.

Материалы и методы

Теоретическому исследованию угроз информационного воздействия на население в последнее время уделяется все большее внимание [1–5]. Предлагаются методики построения моделей угроз информационно-технического и информационно-психологического воздействий [6]. Учитывая огромное значение защиты от негативного информационного воздействия для молодежи, следует отметить ряд работ, посвященных оценке защищенности информационных систем образовательных организаций [7–10].

Как отмечалось выше, для достижения информационного превосходства могут быть использованы информационно-техническое (ИТВ) и информационно-психологическое (ИПВ) воздействия. Особую опасность представляет их комплексное использование. Наибольшую известность приобрели теории Джона Урдена и Джона Бойда, являющихся идеологами и разработчиками стратегии современных войн и военных конфликтов [1,11].

Проблемам защиты геоинформационных систем в последнее время уделяется достаточно много внимания. Но, следует отметить, большинство работ связывают информационную безопасность в этой области с безопасностью серверов геоинформационных систем. На наш взгляд недостаточно внимания уделяется информационной безопасности клиентской части [12]. Особенно это касается некоммерческого использования картографических сервисов. Например, большинство образовательных организаций используют общедоступные картографические сервисы (Яндекс карты, Google map и др.) для указания своего местоположения.

На кафедре информационной безопасности и сервиса Мордовского государственного университета была разработана общая модель угроз информационной системы образовательной организации [7, 8]. К наиболее характерным уязвимостям подобного класса ИС относятся:

Уязвимости в системном и прикладном программном обеспечении. Основным источником данной группы уязвимостей является использование программного обеспечения, не прошедшего процедуру подтверждения отсутствия не декларированных возможностей.

Нарушение правил управления паролями и связанное с ним нарушение правил доступа к информации. Т.е. в большинстве образовательных организаций отсутствуют удостоверяющие центры. Регламентирующие документы, касающиеся порядка генерации, распространения и утилизации паролей и прав доступа, в ряде

Таблица 1. Перечень актуальных угроз

Угроза	Наименование угрозы
УБИ.23	Угроза изменения компонентов информационной (автоматизированной) системы
УБИ.30	Угроза использования информации идентификации/аутентификации, заданной по умолчанию
УБИ.34	Угроза использования слабостей протоколов сетевого/локального обмена данными
УБИ.90	Угроза несанкционированного создания учётной записи пользователя
УБИ.167	Угроза заражения компьютера при посещении неблагонадёжных сайтов
УБИ.186	Угроза внедрения вредоносного кода через рекламу, сервисы и контент
УБИ.192	Угроза использования уязвимых версий программного обеспечения

случаев не соответствуют требованиям и рекомендациям регуляторов в области информационной безопасности.

Использование сторонних почтовых сервисов создает предпосылки для несанкционированного обмена информацией. При этом резко повышается вероятность загрузки вредоносного кода.

Использование для пересылки сообщений сервисов, предоставляемых социальными сетями и мессенджерами, так же открывает возможности для несанкционированного обмена информацией и внедрения вредоносного кода.

Использование собственных web-сайтов отдельных подразделений образовательного учреждения (чаще всего разработанных кустарно), не отвечающих требованиям безопасности, для несанкционированного не контролируемого размещения внутренней (в том числе и конфиденциальной) информации на этих ресурсах.

Отсутствие или малая эффективность системы периодического создания, обновления и хранения резервных копий информационных ресурсов.

Результаты и обсуждение

Дальнейшим этапом исследований было построение уточненной модели угроз, учитывающей подключение общедоступных картографических сервисов к сайтам образовательных организаций. На основании рекомендаций ФСТЭК России по моделированию угроз ин-

формационной безопасности был составлен перечень возможных угроз для информационной системы образовательного учреждения. Далее с учетом вероятности (возможности) реализации угроз, возможностей потенциальных нарушителей и серьезности последствий от реализации угроз (ущерба) были определены актуальные угрозы. Актуальными были признаны угрозы, источниками которых может быть внутренний и внешний нарушитель с низким потенциалом (bdu.fstec.ru).

Перечень актуальных угроз безопасности для информационной системы образовательного учреждения приведен в таблице 1.

Далее, применяя нормативные документы, были определены меры для компенсации актуальных угроз безопасности, представленные в таблице 2.

На основании проведенного анализа можно отметить, что использование картографических общедоступных сервисов приводит к возникновению дополнительных угроз безопасности для общедоступных персональных данных, размещенных на сайтах образовательных организаций. Это связано как с наличием уязвимостей сетевых протоколов передачи картографической информации, так и вероятностью загрузки вредоносного кода из источников с низким уровнем доверия. Для обеспечения необходимого уровня защищенности требуется обновление модели угроз.

Выводы

Для обеспечения выполнения требований регуляторов по защите персональных данных в случае использо-

Таблица 2. Меры по обеспечению безопасности

Описание угрозы	Мера по обеспечению безопасности
<p>УБИ.23 Угроза заключается в возможности получения нарушителем доступа к сети, файлам, внедрения закладок и т.п. путём несанкционированного изменения состава программных или аппаратных средств информационной системы, что в дальнейшем позволит осуществлять данному нарушителю (или другому — внешнему, обнаружившему несанкционированный канал доступа в систему) несанкционированные действия в данной системе.</p>	<p>ОЦЛ.1 Контроль целостности программного обеспечения, включая программное обеспечение средств защиты информации. УПД.17 Обеспечение доверенной загрузки средств вычислительной техники. ЗИС.5 Запрет несанкционированной удаленной активации видеочамер, микрофонов и иных периферийных устройств, которые могут активироваться удаленно, и оповещение пользователей об активации таких устройств</p>
<p>УБИ.30 Угроза заключается в возможности прохождения нарушителем процедуры авторизации на основе полученной из открытых источников идентификационной и аутентификационной информации, соответствующей учётной записи «по умолчанию» дискредитируемого объекта защиты.</p>	<p>ИАФ.2 Идентификация и аутентификация устройств, в том числе стационарных, мобильных и портативных</p>
<p>УБИ.34 Угроза заключается в возможности осуществления нарушителем несанкционированного доступа к передаваемой в системе защищаемой информации за счёт деструктивного воздействия на протоколы сетевого/локального обмена данными в системе путём нарушения правил использования данных протоколов.</p>	<p>ОЦЛ.1 Контроль целостности программного обеспечения, включая программное обеспечение средств защиты информации. ЗИС.11 Обеспечение подлинности сетевых соединений (сеансов взаимодействия), в том числе для защиты от подмены сетевых устройств и сервисов</p>
<p>УБИ.90 Угроза заключается в возможности создания нарушителем в системе дополнительной учётной записи пользователя и её дальнейшего использования в собственных неправомерных целях (входа в систему с правами этой учётной записи и осуществления деструктивных действий по отношению к дискредитированной системе или из дискредитированной системы по отношению к другим системам).</p>	<p>ОЦЛ.1 Контроль целостности программного обеспечения, включая программное обеспечение средств защиты информации.</p>
<p>УБИ.167 Угроза заключается в возможности нарушения безопасности защищаемой информации вредоносными программами, скрытно устанавливаемыми при посещении пользователями системы с рабочих мест (намеренно или при случайном перенаправлении) сайтов с неблагонадёжным содержимым и запускаемыми с привилегиями дискредитированных пользователей.</p>	<p>ЗИС.16 Выявление, анализ и блокирование в информационной системе скрытых каналов передачи информации в обход реализованных мер или внутри разрешенных сетевых протоколов</p>
<p>УБИ.186 Угроза заключается в возможности внедрения нарушителем в информационную систему вредоносного кода посредством рекламы, сервисов и (или) контента (т.е. убеждения пользователя системы активировать ссылку, код и др.) при посещении пользователем системы сайтов в сети Интернет или установкой программ с функцией показа рекламы.</p>	<p>ОЦЛ.6 Ограничение прав пользователей по вводу информации в информационную систему. ОЦЛ.8 Контроль ошибочных действий пользователей по вводу и (или) передаче персональных данных и предупреждение пользователей об ошибочных действиях</p>
<p>УБИ.192 Угроза заключается в возможности осуществления нарушителем деструктивного воздействия на систему путем эксплуатации уязвимостей программного обеспечения.</p>	<p>РСБ.4 Реагирование на сбои при регистрации событий безопасности, в том числе аппаратные и программные ошибки, сбои в механизмах сбора информации и достижение предела или переполнения объема (емкости) памяти</p>

вания на сайтах ресурсов общедоступных картографических сервисов ИТ-подразделения образовательных организаций должны обеспечивать посредством технических мер выполнение следующих требований:

- ◆ контроль целостности программной среды;
- ◆ контроль и реагирование на ошибочные действия пользователей;
- ◆ выявление скрытых каналов передачи информации.

Ряд необходимых мер по защите данных может носить организационный характер:

- ◆ ограничение прав пользователей по вводу информации в информационную систему;
- ◆ определение лиц, которым разрешены действия по внесению изменений в конфигурацию инфор-

мационной системы и системы защиты персональных данных;

- ◆ установка (инсталляция) только разрешенного к использованию программного обеспечения и (или) его компонентов.

В заключение необходимо отметить, что для повышения эффективности системы защиты информации в образовательных учреждениях необходимо: во-первых, перед началом эксплуатации сегментов информационных систем их качественно классифицировать; во-вторых, при изменении состава информации, или подключении дополнительных сегментов и сервисов — проводить повторную классификацию ИС

ЛИТЕРАТУРА

1. И.И. Брянцев, О.В. Брянцева, Среднерусский вестник общественных наук, 14~<203 (2019)
2. О.В. Брянцева, Информационные технологии в юридической науке и образовании: сборник научных статей по материалам II Всероссийской научной конференции. — Саратов: Изд-во ФГБОУ ВО «Саратовская государственная юридическая академия», 16 (2018)
3. О.В. Брянцева, И.И. Брянцев, Вестник Поволжского института управления. — 18~<4 (2018)
4. М.Ю. Зеленков Теоретико-методологические проблемы теории национальной безопасности Российской Федерации (2013)
5. О.Ю. Макеев Каспийский регион: политика, экономика, культура. 4~<132 (2013).
6. С.Г. Антонов, С.В. Гордеев, С.М. Климов, Б.С. Рыжов Информационные войны 46~<83 (2018)
7. С.Н. Ивлиев Интеграция образования. 69~<27 (2012)
8. С.Н. Ивлиев Картография и геодезия в современном мире. Материалы второй Всероссийской научно-практической конференции 187 (2014)
9. А.Н. Привалов, Т.В. Гореликова Актуальные проблемы методики обучения информатике в современной школе Международная научно-практическая интернет-конференция 352 (2016)
10. Т.Н. Чиркова, С.Л. Крылова Материалы XX научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва 288 (2016)
11. McGregor Knox and Williamson Murray, Eds. The Diplomat 13 (2015)
12. С.В. Булгаков, В.Я. Цветков Информационная безопасность ГИС и инфраструктуры. Saarbrucken (2013)

© Ивлиев Сергей Николаевич (ivliev_ibis@mrsu.ru), Крылова Светлана Львовна (krilova_ibis@mrsu.ru),
Квасков Алексей Александрович (unholy_str@mail.ru), Умяров Абдул-Карим Рафаэлевич (umiarov.karim@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАДИОСВЯЗИ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

CURRENT ISSUES OF INFORMATION SECURITY OF RADIO COMMUNICATIONS OF SEA AND RIVER TRANSPORT

V. Korotkov
A. Melnikov

Summary. Ensuring safe navigation in terms of information is one of the most urgent tasks of the modern state. One of the components of information security at sea is an information radio communication system. The main purpose of this work is to study topical issues related to ensuring information security of radio communications at sea. The author works through the use of statistical data and information, as well as empirical and theoretical research methods. For the purpose of more complete disclosure of the topic and obtaining reliable data, the author uses publications and materials from domestic and foreign sources.

Keywords: information security, river transport, secure radio communication, sea, system.

Коротков Виталий Валерьевич

Доцент, ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала
С.О. Макарова
Г. Санкт-Петербург
9738132@mail.ru

Мельников Александр Валерьевич

ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова
Г. Санкт-Петербург

Аннотация. Обеспечение безопасного в информационном плане мореплавания является одной из самых актуальных задач современного государства. Одной из компонент информационной безопасности на море является система информационной радиосвязи. Основной целью данной работы является изучение актуальных вопросов, касающихся обеспечения информационной безопасности радиосвязи на море. Автором производится работа посредством применения статистических данных и информации, а также эмпирических и теоретических методов исследования. С целью более полного раскрытия темы и получения достоверных данных автором используются публикации и материалы отечественных и зарубежных источников.

Ключевые слова: информационная безопасность, речной транспорт, безопасная радиосвязь, море, система.

Эффективное функционирование и эксплуатация речного транспорта в интересах экономического развития страны в большей степени зависит относительно обеспечения безопасности судоходства. Проблемам обеспечения информационной безопасности на море придается особое значение. На сегодняшний день многие вопросы кибербезопасности на речном транспорте находят свое отражение в ряде законодательных актов, которые и определяют государственную политику Российской Федерации в области морской деятельности [1].

Практически все информационные и технические методы обеспечения информационной безопасности и безопасности мореплавания в целом связаны с технологиями радиосвязи. Радиосвязь является одним из эффективных и наиболее экономичных видов связи, отвечая при этом наиболее полно относительно специфики работы транспорта на море. Посредством радиосвязи осуществляется связь с судами, зачастую удаленными от береговых баз на сотни и тысячи миль. Исходя из этого, актуальность обеспечения должного уровня информационной безопасности становится наиболее актуальной задачей из области морского и речного транспорта на сегодняшний день [2].

Системы радиосвязи с морскими подвижными объектами (МПО) — это множество средств, в свою очередь, удовлетворяющих потребности в связи МПО, а также эксплуатирующих их людей. Морскими подвижными объектами выступает любой транспорт на море, будь то плавучие буровые установки, какие-либо платформы, судна и иные объекты, выполняющие ряд поставленных задач, находящиеся в зоне морей и океанов.

На рис. 1 определены основные задачи радиосвязи на море:

Анализируя основные требования к радиосвязи с аспекта информационной безопасности, отметим, что ключевым требованием является поддержание надежной двусторонней связи судов с береговыми радиостанциями и иными судами [3].

Каждая система радиосвязи включает пространственно-временные, технические и технологические характеристики. Информационная безопасность является одним из комплексных показателей системы радиосвязи, ключевые показатели которой формируются

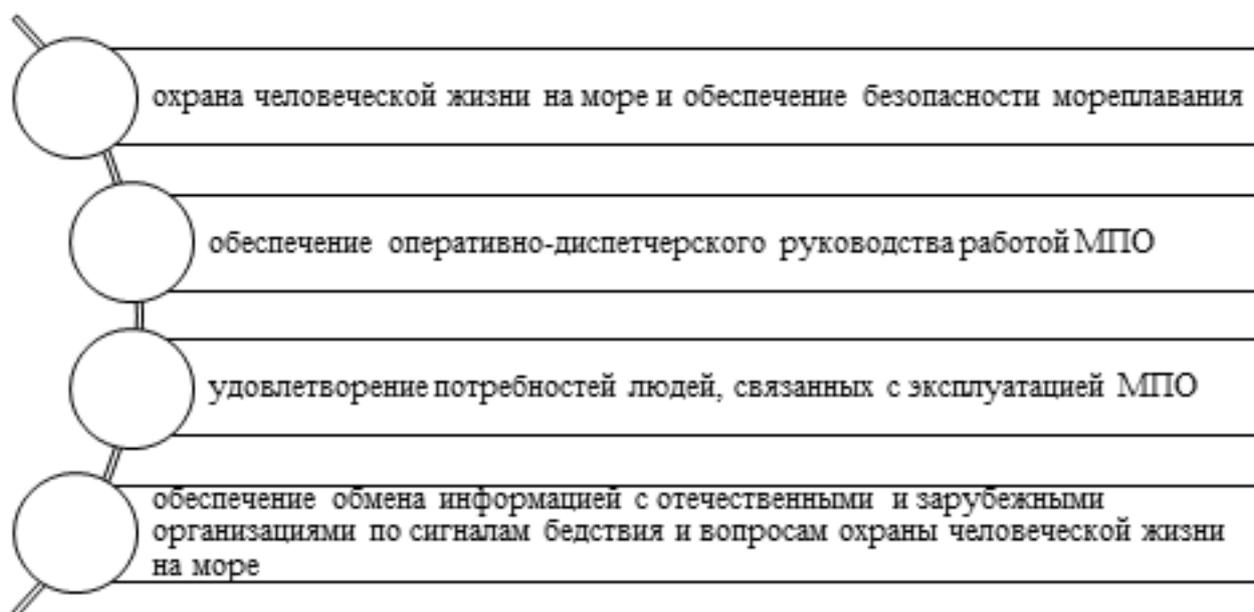


Рис. 1. Основные задачи радиосвязи на море

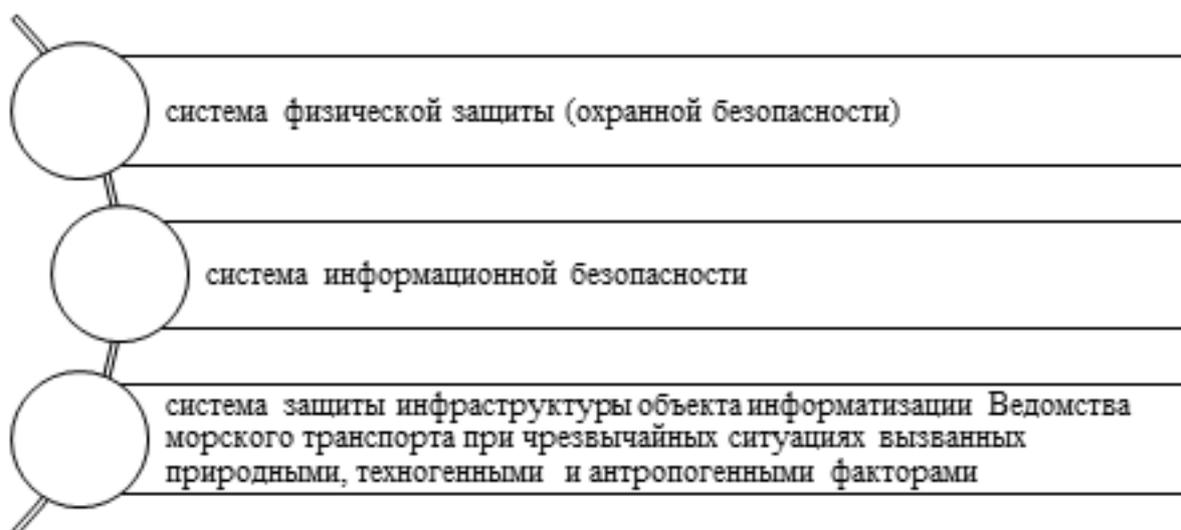


Рис. 2. Обязательные для надежного функционирования подсистемы на морском транспорте

в единой системе мер экономического, политического, организационного и иного характера и должны быть адекватны угрозам жизненно важных интересов общества, личности и государства.

Исходя из этого, безопасность связи — это совокупность связанных друг с другом компонент, функционально реализующих единую политику безопасности Министерства морского транспорта и работающих в системе его информационного обеспечения на технической основе общих каналов и сетей связи, алгоритмов управления, программного обеспечения (ПО), баз данных [4].

Для реализации возложенных на систему безопасности задач должны создаваться и надежно функционировать следующие подсистемы безопасности, указанные на рис. 2:

Также на сегодняшний день актуализируется проблема, относящаяся к эффективному функционированию системы безопасности радиосвязи, связанная с обеспечением конфиденциальности и скрытности, как правило, с целью защиты коммерческой тайны. Проблемы информационной безопасности в данном случае — это взаимосвязанные понятия, связанные с безопасностью среды передачи данных, защитой информации абонен-

тов, передаваемой этой средой и собственно функциональной безопасностью систем связи [5].

Фактически говоря, особенность функционирования современных систем связи в техническом плане напрямую определено с потребностью в организации доверенного переноса информации посредством защищенной разнонаправленной интеграции данных и медиа-поток, которыми, к примеру, являются: движения внутрикорпоративной информации, информации в сети международного обмена, межведомственного обмена информацией.

Безопасность с точки зрения информационной составляющей каждого из элементов системы мореплавания зависит от состояния самого элемента, а также от воздействия на него со стороны иных элементов системы. Учитывая существенные различия между элементами системы, а также наличие разных точек зрения пассажира, судовладельца, исследователя, грузовладельца, эколога и других., в понятие безопасности элемента морской системы может вкладываться различный смысл [6].

Сами проблемы из сегмента радиосвязи напрямую связаны с обменом информации, исходя из этого, одной из ключевых составляющих системы информационной безопасности является современное обеспечение помехозащищенности, надежности радиосвязи, что позволит выработать дополнительный критерий оценки безопасности информационной радиосвязи на море.

Таким образом, основной целью данной работы являлось изучение актуальных вопросов, касающихся обеспечения информационной безопасности радиосвязи на море. В результате работы изучены основные задачи радиосвязи на море, обязательные для надежного функционирования подсистемы на морском транспорте и иные актуальные вопросы, касающиеся темы исследования. Заканчивая данную работу, необходимо отметить, что учет влияния среды распространения радиоволн, кодирования и формирования сигналов помогают оценить уровень информационной безопасности радиосвязи посредством стандартных понятий, к примеру, отношение сигнал-шум, количество ошибок на единицу передаваемой информации и другие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
2. Зворыкина Ю.В., Глуценко В.В. Обеспечение информационной безопасности на транспорте // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2016.
3. Gatchin Y.A., Teploukhova O.A. algorithm of authentication of participants of information interaction at remote loading of the operating system on the thin client // Scientific and technical Bulletin of information technologies, mechanics and optics. 2016.
4. Семенов С.А. Кибербезопасность морского и речного транспорта // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2018.
5. Andryushechkin Yu.N., Dmitriev V.I. Integrated ship management system // water transport Safety: Tr. of the International scientific and practical conference.— SPb.: SPGUVK, 2003.
6. Sklyar B. Digital communication. Theoretical foundations and practical application-M.: Williams, 2007.
7. Rabinovich A.S. method of user authentication using the TSM service as a trusted element of the NFC system // History and archives. 2015.

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА РЕГИОНАЛЬНЫХ ОИВ

Лексиков Евгений Вячеславович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Брянский
государственный технический университет»
jl32@yandex.ru

METHODS FOR FORMING FUNCTIONAL ARCHITECTURE AND FORECASTING RISKS OF THE INFORMATION PORTAL OF REGIONAL EXECUTIVE BODIES

E. Leksikov

Summary. At the moment, the domestic policy of the Russian Federation is being formed in the difficult conditions of the foreign policy environment. Regional policy is based on a platform for equalizing indicators of socio-economic development. Maintaining the vital activity of the social and economic systems of the regions plays an important role in the management system of executive authorities (REB), incl. regional. In the interests of ensuring the feasibility of public administration, it is necessary to have a condition for the existence of the process of vital activity of the social and economic systems.

Keywords: automated control systems, regional executive authorities, fuzzy cognitive modeling, information security audit, information portal.

Аннотация. На данный момент внутренняя политика РФ формируется в сложных условиях внешнеполитической обстановки. Региональная политика строится на платформе выравнивания показателей социально-экономического развития. Поддержание жизнедеятельности социальных и экономических систем регионов играет немаловажную роль в системе управления органов исполнительной власти (ОИВ), в т.ч. региональных. В интересах обеспечения реализуемости государственного управления необходимо располагать условием существования процесса жизнедеятельности социальной и экономической систем.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, региональные органы исполнительной власти, нечеткое когнитивное моделирование, аудит информационной безопасности, информационный портал.

Метод нечеткого когнитивного моделирования для проведения первого уровня процесса проектирования — аналитического обследования является начальным и одним из ключевых этапов применения модели проведения процесса аналитического обследования предприятия посредством нечеткого когнитивного моделирования.

Цель этого этапа состоит в том, чтобы верно определить и выбрать инфраструктуру и функциональную архитектуру информационного портала.

Инфраструктура — это термин, служащий для обозначения совокупности связанных между собой структур, отраслей или объектов, служащих для нормального функционирования любой системы в целом.

Функциональная архитектура (далее ФА) системы определяет состав функциональных подсистем и комплексов задач, обеспечивающих реализацию бизнес-процессов. Другими словами, это принципиальная организация системы, воплощенная в её элементах, их

взаимоотношениях друг с другом и со средой, а также принципы, направляющие её проектирование и эволюцию.

На каждом этапе специалисты сталкиваются с трудностями, которые тем или иным образом сказываются на процессе проектирования в целом.

В соответствии с функциональной архитектурой формируются организационные компоненты системы, в первую очередь, это сеть коммуникаций, рабочие станции (автоматизированные рабочие места, АРМ) конечных пользователей и серверная подсистема сети, определяется их взаимодействие.

Необходимо сформировать корректную функциональную архитектуру. При сборе информации на фазе анализа необходимо объединить собранные сведения и создать полноценный список требований к системе. Информация поступает из различных источников:

- ◆ заметки об опросе;
- ◆ предварительная диаграмма ERD;



Рис. 1. Алгоритм определения функциональной архитектуры ИП посредством МАИ

- ◆ функциональная иерархия;
- ◆ аудит отчетов и требования, извлеченные из старой системы;
- ◆ заключение о результате аналитического обследования.

В этой массе сведений нужно выявить согласованную модель данных и отдельные элементы функциональной архитектуры — модули, поддерживающие требования к системе. Традиционный метод CASE явным образом не рассматривает документ о требованиях, что может привести к неудовлетворению пользователей новой системой или полному краху всего проекта. Решением проблемы может стать привлечение пользователей к участию в разработке документа о требованиях, ко-

торый должен содержать описание потоков процессов, аналитическую ERD и функциональную иерархию.

Для описания функциональной архитектуры доступно два возможных режима описания:

- ◆ текстовое описание модулей с сохранением иерархии;
- ◆ графическое отображение в виде схемы

ФА может быть зафиксирована с помощью полного архитектурного описания (АО). Стандарт ISO/IEC/IEEE42010–2011 предписывает различать концептуальную архитектуру системы и одно из описаний данной архитектуры, являющееся конкретным продуктом или артефактом.

Концептуальный подход к формированию архитектурного описания

Концептуальный подход определяет термины и понятия, относящиеся к содержанию и применению АО. Все понятия определены в контексте архитектуры определенной системы и соответствующего архитектурного описания. Не нужно предполагать, что у системы существует лишь одна архитектура или что эта архитектура изображается лишь одним архитектурным описанием.

В концептуальном подходе архитектурное описание организовано как одна или более архитектурных групп описаний.

Архитектурное описание выбирает для применения один или более подходящих методов описания. Выбор методов описания обычно основывается на соображениях и интересах заинтересованных сторон, которым адресовано это АО. Определение метода описания может возникать совместно с АО, а может быть определено отдельно. Метод описания, определенный отдельно от АО называется библиотечным методом описания.

Группа описаний может состоять из одного или более архитектурных описаний. Каждое такое архитектурное описание разрабатывается с применением установленных соответствующим ему методов архитектурного описания.

Таким образом, определяя функциональную архитектуру, мы должны максимально точно представить какие функции будет выполнять система.

В результате первого шага процесса проектирования получена детальная картина необходимых функций системы. Согласно этой картине можно составить перечень функциональных модулей, которые в дальнейшем будут сформированы как функциональная архитектура системы.

Другими словами, имея на руках перечень необходимых функций и классификацию информационных порталов, можно выбрать шаблон функциональной архитектуре, что соответствует основной задаче — проектированию типового решения. Но для этого необходим инструмент, который способен решать многокритериальные задачи.

После аналитического обследования целесообразно начать выбор оптимального вида ИП с того, необходимо ли вообще информационный портал для решения поставленных задач. Для этого необходимо определить ряд первоначальных критериев ИП.

На рисунке 1. представлен алгоритм выбора вида информационного портала при использовании метода анализа иерархий.

$$Z = \{x_1, \dots, x_i\}, \quad (1.1)$$

где Z — это совокупность всех критериев ИП, а x_i — это каждый критерий в отдельности. Т.е. модель ИП подразумевает совокупность всех критериев.

Определяя критерии информационного портала, экспертным путем определяем, необходим ли при решении текущих задач ИП или иной инструмент. Чаще всего такое решение принимается достаточно просто, т.к. при внедрении ИП уже есть четко сформированные требования.

После завершения этих шагов, приступая к выбору оптимального управляющего воздействия, необходимо составить схему иерархии выбора управляющего воздействия, которая обобщит все полученные результаты.

Метод Анализа Иерархий (МАИ) — математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения.

Схема иерархии управляющих воздействий имеет три уровня, отображая цель, критерии и альтернативы. Соответственно, если критериев и вариантов управляющих воздействий больше, то сама схема расширяется.

Следуя методу анализа иерархии, необходимо составить матрицу парных сравнений для оценки степени важности критериев оценки варианта управления в таблице 1.

Пусть даны элементы K_1, K_2 , и т.д. Матрица парных сравнений размером $k \times n$ строится по следующим правилам [1]:

- ♦ если элементы K_k и K_n одинаково важны, заносим в позиции (K_k, K_n) и (K_n, K_k) матрицы число 1,
- ♦ если элемент K_k незначительно важнее элемента K_n , заносим в позицию (K_k, K_n) число 3, а в позицию (K_n, K_k) — обратное ему число 1/3;
- ♦ если элемент K_k значительно важнее элемента K_n , заносим в позицию (K_k, K_n) число 5, а в позицию (K_n, K_k) — обратное ему число 1/5;

Таблица 1. Матрица парных сравнений оценки степени важности критериев управляющего воздействия

Кри- те- рий	K_1	K_2	K_3	K_n	K_i	Вычисление промежуточных оценок (m – размерность матрицы)	Нормализация для получения оценок векторных приоритетов, X_i	Наибольшее собственное значение матрицы A , λ_i
K_1	w_{11}	w_{12}	w_{13}	w_{1n}	w_{1i}	$\sqrt[m]{w_{11} \times w_{12} \times w_{13} \times w_{1n} \times w_{1i}} = a$	$X_1 = \frac{a}{\sum w}$	$\lambda_1 = X_1 \times \sum K_1$
K_2	w_{21}	w_{22}	w_{23}	w_{2n}	w_{2i}	$\sqrt[m]{w_{21} \times w_{22} \times w_{23} \times w_{2n} \times w_{2i}} = b$	$X_2 = \frac{b}{\sum w}$	$\lambda_2 = X_2 \times \sum K_2$
K_3	w_{31}	w_{32}	w_{33}	w_{3n}	w_{3i}	$\sqrt[m]{w_{31} \times w_{32} \times w_{33} \times w_{3n} \times w_{3i}} = c$	$X_3 = \frac{c}{\sum w}$	$\lambda_3 = X_3 \times \sum K_3$
K_k	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{kn}	w_{ki}	$\sqrt[m]{w_{k1} \times w_{k2} \times w_{k3} \times w_{kn} \times w_{ki}} = d$	$X_4 = \frac{d}{\sum w}$	$\lambda_4 = X_4 \times \sum K_4$
...
K_i	w_{i1}	w_{i2}	w_{i3}	w_{in}	w_{ii}	$\sqrt[m]{w_{i1} \times w_{i2} \times w_{i3} \times w_{in} \times w_{ii}} = i$	$X_i = \frac{i}{\sum w}$	$\lambda_i = X_i \times \sum K_i$
Σ	$\sum K_1$	$\sum K_2$	$\sum K_3$	$\sum K_n$	$\sum K_i$	$\sum w = a + b + c + d + \dots + i$	$\Sigma = 1$	$\sum \lambda_i = \lambda_{\max}$

- ♦ если элемент K_k явно важнее элемента K_n , заносим в позицию (K_k, K_n) число 7, а в позицию (K_n, K_k) — обратное ему число 1/7;
- ♦ если элемент K_k по своей значимости абсолютно превосходит элемент K_n , заносим в позицию (K_k, K_n) число 9, а в позицию (K_n, K_k) — обратное ему число 1/9.

Индекс согласованности матрицы C_I вычисляется по формуле:

$$C_I = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}, \quad (1.2)$$

где λ_{\max} — это наибольшее собственное значение матрицы A , m — размерность матрицы.

Для оценки приемлемости степени согласованности элементов матрицы используется отношение согласованности CR , задаваемое в виде:

$$CR = \frac{CI}{CIS}, \quad (1.3)$$

где CI — это индекс согласованности матрицы, CIS — это константа, которая зависит от размерности матрицы.

Посчитав все значения, необходимо проверить корректность наших суждений, проверки исходят полученного значения отношения согласованности.

Например, если матрица размерностью $m = 5$, то приемлимым считается $CR < 0.1$. Т.е. если при проведенных расчетах, CR не укладывается в отведенные ему рамки, то в оценке критериев была допущена ошибка.

Следующим этапом является рассмотрение выбранных альтернатив (управляющих воздействий) на основе выбранных критериев.

Матрица парных сравнений и вектор приоритетов альтернатив указаны в таблице 2.

Как видно из таблицы — расчеты ничем не отличаются от оценки критериев по отношению друг к другу. Только здесь происходит рассмотрение какой альтернатива

Таблица 2. Матрица парных сравнений и вектор приоритетов альтернатив управляющего воздействия

Кри- те- рий	A ₁	A ₂	A ₃	A _n	A _i	Вычисление промежуточных оценок (m – размерность матрицы)	Нормализация для получения оценок векторных приоритетов, X _i	Наибольшее собственное значение матрицы A, λ _i
A ₁	w ₁₁	w ₁₂	w ₁₃	w _{1n}	w _{1i}	$\sqrt[m]{w_{11} \times w_{12} \times w_{13} \times w_{1n} \times w_{1i}} = a$	$X_1 = \frac{a}{\sum w}$	$\lambda_1 = X_1 \times \sum A_1$
A ₂	w ₂₁	w ₂₂	w ₂₃	w _{2n}	w _{2i}	$\sqrt[m]{w_{21} \times w_{22} \times w_{23} \times w_{2n} \times w_{2i}} = b$	$X_2 = \frac{b}{\sum w}$	$\lambda_2 = X_2 \times \sum A_2$
A ₃	w ₃₁	w ₃₂	w ₃₃	w _{3n}	w _{3i}	$\sqrt[m]{w_{31} \times w_{32} \times w_{33} \times w_{3n} \times w_{3i}} = c$	$X_3 = \frac{c}{\sum w}$	$\lambda_3 = X_3 \times \sum A_3$
A _k	w _{k1}	w _{k2}	w _{k3}	w _{kn}	w _{ki}	$\sqrt[m]{w_{k1} \times w_{k2} \times w_{k3} \times w_{kn} \times w_{ki}} = d$	$X_4 = \frac{d}{\sum w}$	$\lambda_4 = X_4 \times \sum A_4$
...
A _i	w _{i1}	w _{i2}	w _{i3}	w _{in}	w _{ii}	$\sqrt[m]{w_{i1} \times w_{i2} \times w_{i3} \times w_{in} \times w_{ii}} = i$	$X_i = \frac{i}{\sum w}$	$\lambda_i = X_i \times \sum A_i$
Σ	ΣA ₁	ΣA ₂	ΣA ₃	ΣA _n	ΣA _i	Σw = a + b + c + d + ... + i	Σ = 1	Σλ _i = λ _{max}

(вариант управления) является более предпочтительной с точки зрения одного из критериев.

Необходимо заметить, что таких матриц парных сравнений и векторов приоритетов будет столько, сколько ранее было выделено критериев. Если критериев 5, то таких матриц будет 5, т.е. сравнение альтернатив по каждому из критериев.

Заключительный этап — иерархический синтез приоритетов альтернатив относительно главной цели по формуле:

$$A = W^{0,1} \cdot W^{1,2}, \tag{1.4}$$

где $W^{0,1} = (x_1, x_2, \dots, x_i)$ — это значения приоритетов, рассчитанные в таблице 2, а $W^{1,2}$ — это матрица составленная из значений приоритетов посчитанных при расчетах векторов приоритетов альтернатив.

В каждой такой таблице был получен столбец X_i, его необходимо отобразить строкой и сделать одной из строк матрицы. Соответственно первый столбец пер-

вой матрицы парных сравнений и вектор приоритетов альтернатив — становится первой строкой матрицы W^{1,2}.

В итоге необходимо получить расчет глобальных приоритетов альтернатив, перемножив две матрицы:

$$A = (x_1, x_2, \dots, x_i) \cdot \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots \\ X_{21} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & X_{ji} \end{pmatrix} = (x_1, x_2, \dots, x_i) \tag{1.5}$$

Полученные значения — это глобальные приоритеты предложенных альтернатив. Одно из значений матрицы A будет иметь наибольшее значение, соответственно альтернатива с этим значением будет считаться наиболее предпочтительной, а остальные будут располагаться в порядке уменьшения их значения.

Таким образом, результатом работы мы получаем функциональную архитектуру информационного портала, которая была построена с учетом результата анали-

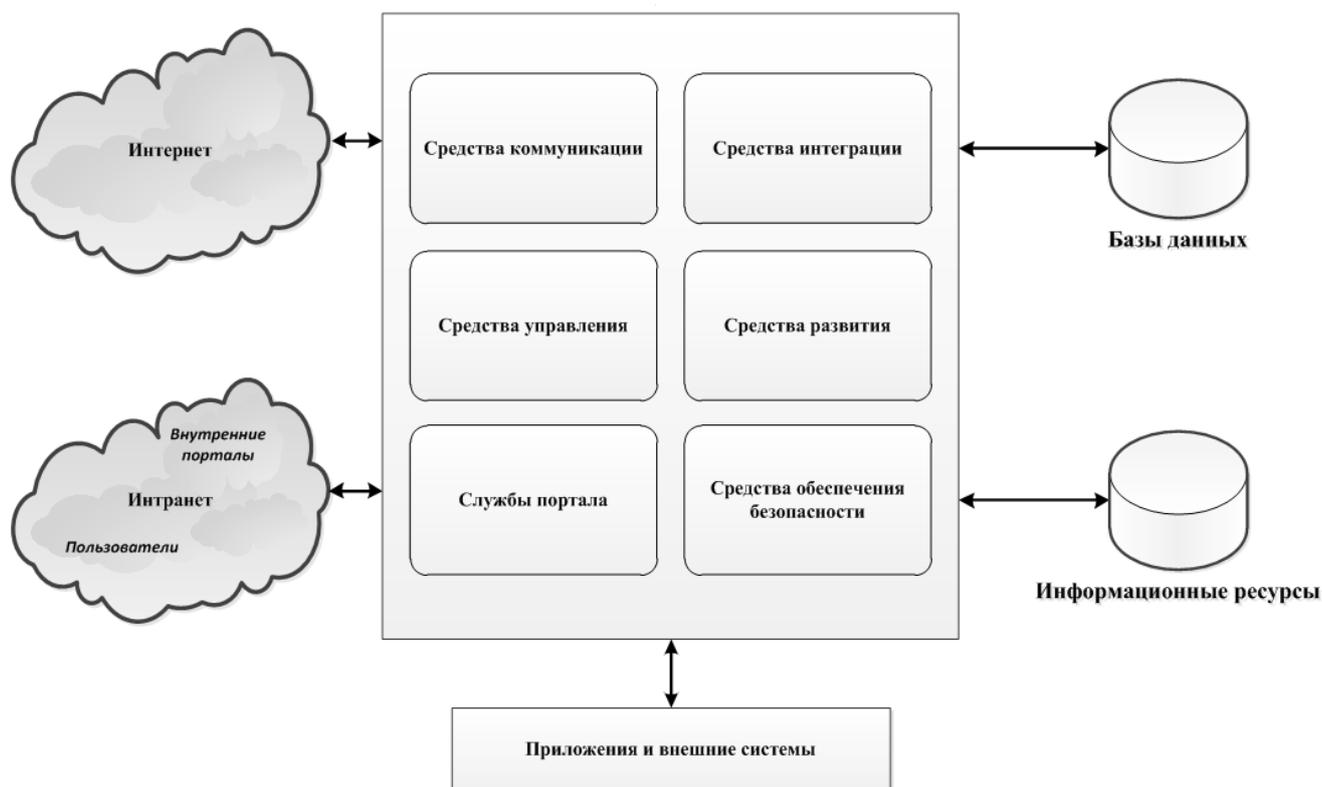


Рис. 2. Общая функциональная архитектура ИП

ческого обследования (шаг № 1 процесса проектирования) и результата выбора функциональной архитектуры (шаг № 2 процесса проектирования).

Ниже представлен пример общей функциональной архитектуры информационного портала региональных органов исполнительной власти, который можно получить в результате проведения шагов № 1 и № 2 процесса проектирования.

Метод анализа иерархий для проведения второго уровня процесса проектирования — формирования функциональной архитектуры, описанный в работе, является вторым ключевым и заключительным этапом в модели проектирования, которая описана в данной работе.

Цель этого этапа состоит в возможности прогнозирования изменений структуры, аппаратных требований, бизнес-целей и других показателей информационного портала.

Главная цель прогнозирования — это формирование научных предпосылок принятия управленческих решений. Данные предпосылки включают:

- ◆ анализ тенденций и закономерностей изменения объекта управления;

- ◆ альтернативное предвидение его будущего развития;
- ◆ оценку последствий активного воздействия на предвидимые процессы в объекте управления.

Информационный портал региональных органов исполнительной власти является «живой» системой, которой свойственны постоянные изменения и совершенствование. При планировании расширения функционала или вовлечении в бизнес-процессы новых групп пользователей может возрасти нагрузка на систему. Прогнозирование возможности расширения функционала, увеличения нагрузки, отказоустойчивости и т.д.— является одной из немаловажных задач для любого информационного портала, в т.ч. и региональных ОИВ.

Для выбора инструмента прогнозирования необходимо провести классификацию. Для начала необходимо провести классификацию методов. В связи с этим на первом этапе классификации обычно делят методы на две группы: интуитивные и формализованные.

Далее необходимо собрать общую классификация моделей. Здесь необходимо переходить к классификации моделей прогнозирования. На первом этапе модели

следует разделить на две группы: модели предметной области и модели временных рядов.

Далее проведем классификацию модели временных рядов. Составить общую классификацию моделей предметной области не представляется возможным: сколько областей, столько и моделей. Однако модели временных рядов легко поддаются простому делению. Модели временных рядов можно разделить на две группы: статистические и структурные.

Цель этого этапа состоит в возможности прогнозирования изменений структуры, аппаратных требований, бизнес-целей и других показателей информационного портала. Главная цель прогнозирования — это формирование научных предпосылок принятия управленческих решений. Данные предпосылки включают:

- ◆ анализ тенденций и закономерностей изменения объекта управления;
- ◆ альтернативное предвидение его будущего развития;
- ◆ оценку последствий активного воздействия на предвидимые процессы в объекте управления.

Обратимся к авторегрессионным моделям прогнозирования.

Модель прогнозирования ARIMAX применительно к процессу оценки возможности расширения информационного портала региональных ОИВ

Предположим, что имеется временной ряд $Z(t)$. Есть необходимость вычислить будущее значение временного ряда в определенной точке № 10, т.е. значение $Z(10)$ на основании предыдущих точек, т.е. от $Z(1)$ до $Z(9)$ с использованием модели авторегрессии (AR – autoregression).

Формула для определения $Z(10)$ выглядит следующим образом и называется авторегрессией порядка p :

$$Z(10) = a_0 + a_1 \times Z(9) + a_2 \times Z(8) + a_3 \times Z(7) + \dots + a_p \times Z(10 - p)$$

В это формуле мы знаем значения $Z(9)$, $Z(8)$, $Z(7)$ и т.д., но не знаем коэффициенты a . Как их определить?

Если для $Z(10)$ работает такая зависимость, значит, она работает и для предыдущих точек, т.е. мы можем получить систему уравнений:

$$Z(9) = a_0 + a_1 \times Z(8) + a_2 \times Z(7) + a_3 \times Z(6) + \dots + a_p \times Z(9 - p)$$

$$Z(8) = a_0 + a_1 \times Z(7) + a_2 \times Z(6) + a_3 \times Z(5) + \dots + a_p \times Z(8 - p)$$

$$Z(7) = a_0 + a_1 \times Z(6) + a_2 \times Z(5) + a_3 \times Z(4) + \dots + a_p \times Z(7 - p)$$

В этой системе уравнений мы знаем все значения $Z(t)$, следовательно, можем легко определить коэффициенты a .

Когда нам нужно прогнозировать временной ряд $Z(t)$, то иногда удобнее и точнее прогнозировать не само значение процесса $Z(t)$, а только его изменение, т.е. провести интеграцию (I – integrated). То есть на первом этапе мы из исходного временного ряда $Z(t)$ получаем временной ряд $\bar{Z}(t)$, который является разностью соседних значений: $\bar{Z}(t) = Z(t) - Z(t - 1)$

Далее, мы работаем уже с полученным рядом $Z(t)$ и определяем будущее значение не $Z(t + 1)$, а $\bar{Z}(t + 1)$ с использованием уже рассмотренной модели авторегрессии.

Отчего такая операция называется integrated, то есть интегрированием. В действительности, приведенная разность является обратной операцией, однако при использовании такого подхода для получения в конечном итоге будущего значения искомого временного ряда $\bar{Z}(t + 1)$ необходимо будет суммировать $\bar{Z}(t + 1) = Z(t) + \bar{Z}(t + 1)$, то есть к текущему значению процесса прибавлять спрогнозированную разность. Так как суммировать в итоге нужно единожды, то говорят об интеграции первого порядка.

Расширение модели ARIMAX (X – eXtended) имеет дело с моделью авторегрессии AR(p). Формула для определения $Z(10)$ описана выше. Если же нам нужно добавить в модель учет, например, двух показателей, представленных в виде временных рядов $X(t)$ и $Y(t)$, то выражение авторегрессии будет иметь вид:

$$Z(10) = \alpha_0 + \alpha_1 \times Z(9) + a_2 \times Z(8) + \dots + \alpha_p \times Z(10 - p) + \alpha_I \times X(10) + \alpha_{II} \times Y(10)$$

В линейную комбинацию добавлены два члена (их называют регрессорами), которые позволяют учесть значения рассматриваемых внешних факторов. Коэффициенты данной линейной регрессии находятся аналогичным образом при помощи метода наименьших квадратов для набора уравнений:

$$Z(9) = \alpha_0 + \alpha_1 \times Z(8) + a_2 \times Z(7) + \dots + \alpha_p \times Z(9 - p) + \alpha_I \times X(9) + \alpha_{II} \times Y(9)$$

$$Z(8) = \alpha_0 + \alpha_1 \times Z(7) + a_2 \times Z(6) + \dots + \alpha_p \times Z(8 - p) + \alpha_I \times X(8) + \alpha_{II} \times Y(8)$$

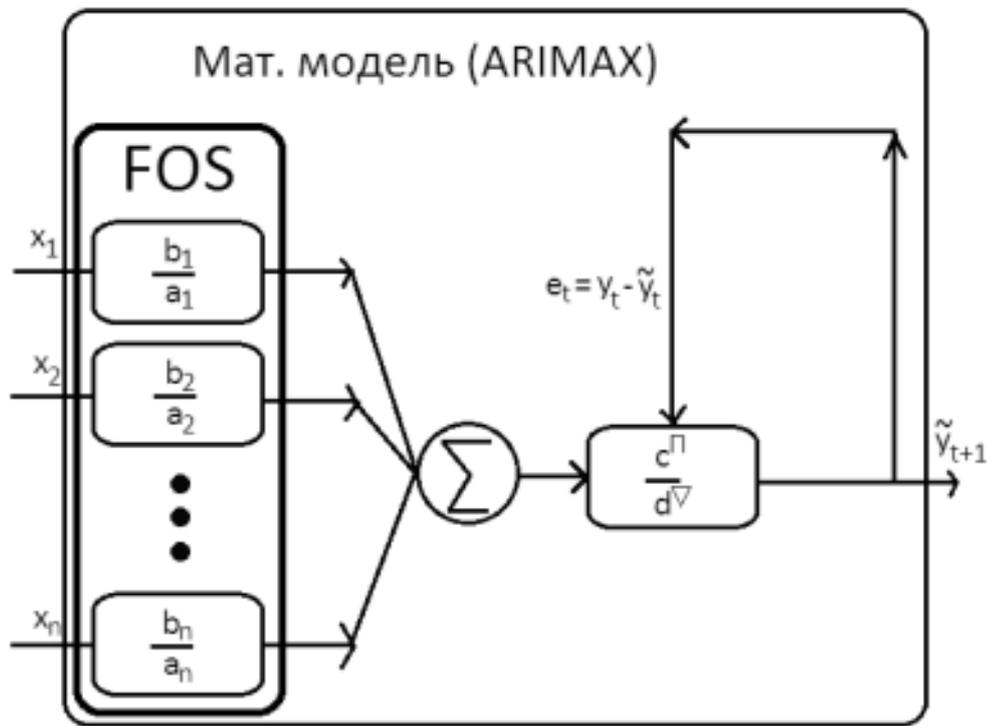


Рис. 3. Структурная схема модели ARIMAX

$$Z(t) = \alpha_0 + \alpha_1 \times Z(t-1) + \alpha_2 \times Z(t-2) + \dots + \alpha_p \times Z(t-p) + \alpha_I \times X(t) + \alpha_{II} \times Y(t)$$

Имея все фактические значения $Z(t)$, $X(t)$ и $Y(t)$, мы легко составляем систему для определения коэффициентов.

Важно отметить, что в моделях прогнозирования внешние факторы, то есть показатели $X(t)$ и $Y(t)$ должны учитываться в соответствующие моменты времени. Если мы прогнозируем временной ряд $Z(t)$ на завтра, то нам нужно иметь под рукой значения внешних факторов $X(t)$ и $Y(t)$ на то же самое завтра, иначе модель будет работать некорректно.

Таким образом, модель авторегрессии с одной стороны довольно проста, так как принцип ее работы понятен и нагляден; с другой — сложна тем, что в ней имеет место множество нюансов, которые требуют кропотливого труда разработчика. Однако, не смотря на все нюансы, рассмотренная модель является частью большой модели ARIMAX, которая на сегодняшний день чрезвычайно популярна для решения задач прогнозирования. Необходимость в использовании прогнозирования при создании технологических решений становится все более востребованной. Если еще буквально 6 лет назад не было потребности в просчете

необходимости масштабируемости, то сейчас эта проблема ставится при создании любой высоконагруженной системы.

Прибегая к прогнозированию, мы можем постараться определить будущие уязвимые места, опираясь на аналитические данные, полученные в ходе обследования и проектирования информационного портала.

Возможность учета необходимости расширения функционала системы в будущем, а соответственно необходимость в расширении производственных мощностей системы, напрямую влияют на возможность управления тем или иным процессом. Например, Заказчик не может знать потребуется ли ему в будущем механизм согласования ОРД в рамках информационного портала, что является достаточно трудоемкой задачей. А данный механизм напрямую влияет на скорость, качество и полноту принятия управленческих решений.

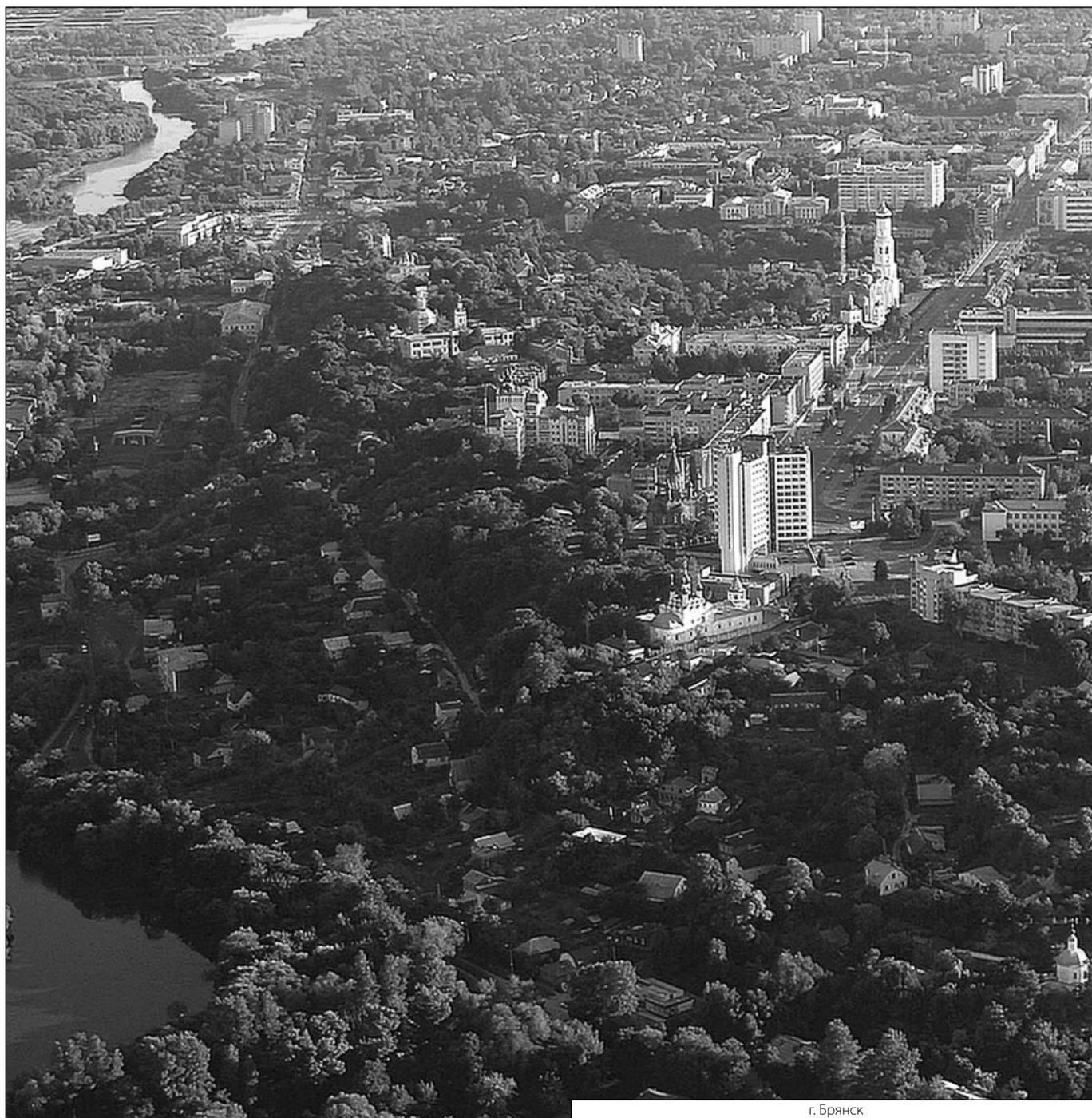
Таким образом, одна из основных проблем решается посредством осуществления процесса прогнозирования использовать авторегрессионную модель ARIMAX, которая позволяет рассматривать процесс изменения нагрузочных показателей в определенные промежутки времени, на основании собранных данных. «Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ)»

ЛИТЕРАТУРА

1. Рытов М.Ю. Построение факторного параметрического базиса и предпосылок оценки риска получения неполной и несвоевременной информации в информационном портале органов исполнительной власти./ Рытов М.Ю., Еременко В.Т., Мишин Д.С., Парамохина Т.М.// Информационные системы и технологии, 2017. — № 3. — С. 48–56.
2. Рытов М.Ю. Методика анализа характеристик процессов обработки информации в среде портала органов исполнительной власти // Информационные системы и технологии, 2016. — № 5 (97). — С. 90–98.

© Лексиков Евгений Вячеславович (jl32@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Брянск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ СОЗДАНИЯ РАСКЛАДКИ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ

INVESTIGATION OF THE ISSUES OF CREATING A LAYOUT IN AUTOMATIC MODE BASED ON THE ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF PARTS

**A. Murtazina
V. Mironov
A. Gusev**

Summary. The objective of nesting is the problem of optimizing cutting, which consists in finding the best scheme for a set of different parts on natural leather or material. The high quality requirements for the products, combined with the heterogeneity of the material, fulfill a difficult practical solution. There are very few results in the literature on the issue of placement of parts, especially on leather. Moreover, most approaches impose some additional constraints on the layout scheme specific to the particular application in question. This article discusses the method of nesting on the geometric characteristics of parts.

Keywords: lay out, industry, part contour, the radius of curvature, pattern recognition, optimization nesting of blanks.

Муртазина Альфия Рустямовна

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва
aly1029@yandex.ru*

Миронов Владислав Петрович

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва
mironov-vp@rguk.ru*

Гусев Александр Олегович

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва
alex@gusev.xyz*

Аннотация. Задача раскладки — это проблема оптимизации раскроя, которая заключается в нахождении наилучшей схемы расположения для набора разных деталей на натуральной коже или материале. Высокие требования к качеству, предъявляемые к продуктам, в сочетании с неоднородностью материалов делают задачу сложной для практического решения. В литературе очень мало результатов по проблеме размещения деталей, особенно на коже. Более того, большинство подходов налагают некоторые дополнительные ограничения на схему раскладки, относящиеся к конкретному рассматриваемому приложению. В этой статье рассматривается разработка метода раскладки на основе геометрических характеристик деталей.

Ключевые слова: размещения деталей, промышленность, контур детали, радиус кривизны, распознавание образов, оптимизации раскроя.

Всегоднешней конкурентной производственной среде предприятия прилагают все усилия, чтобы повысить производительность труда, долговечность, а также снижение затрат и времени выполнения заказа. Для таких отраслей, как производство листового металла, стекольная, текстильная и обувная промышленности производство операции часто включают резку новых двумерных деталей из партий рулонных/кожевенных или листовых материалов. Важная проблема, с которой сталкиваются эти отрасли, заключается в том, как найти оптимальную раскладку деталей разной формы и размера в пределах доступного пространства, так, чтобы использование материала было максимальным, а потери — минимальны. Оптимальное использование материала еще больше увеличивает производительность партии, сокращая при этом затраты на закупку

материалов и затраты, связанные с погрузочно-разгрузочными работами.

Программное обеспечение для раскроя с раскладкой деталей должно минимизировать использование материала и межлекальные отходы при выполнении операции резания, обеспечивая использование материала на 80–90%. Однако подобная задача достаточно сложная: необходимо учитывать рисунок на материале, его толщину и принимать во внимание ориентацию детали, её геометрические особенности. Необходимо отметить, что производители должны поставлять качественные детали по мере необходимости, чтобы соответствовать внутреннему производственному процессу и внешним требованиям, то есть графику поставки клиенту. Таким образом, при построении раскладки в автоматическом

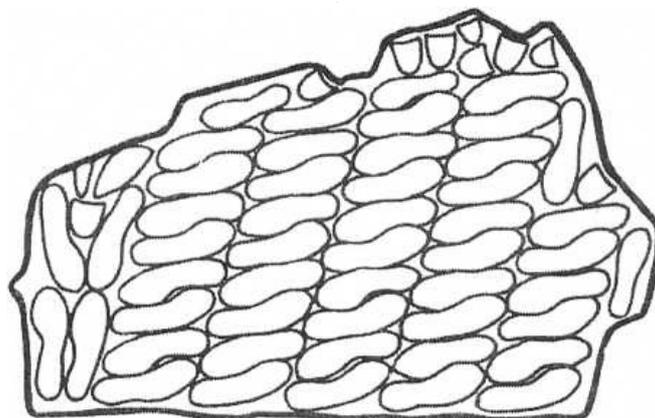


Рис. 1. Раскладка деталей обуви

режиме необходимо решить несколько задач: определение качества сырья (обнаружение дефектов на материале); распознавание и классификация деталей для их правильного расположения; определить наличие рисунка/узора на материале и предложить оптимальный вариант совмещения.

Первую и вторую задачи возможно решить с помощью нейросетей [1] и библиотек обработки изображений, например OpenCV, позволяющей выполнить предварительную обработку изображения и подготовить его для последующих этапов распознавания и передачи информации в нейронную сеть. В качестве описания контуров деталей можно использовать рекуррентный компьютер [2] для регулирования количества точек. Этап построения раскладки слабо автоматизирован для деталей сложной формы [3,4], а также описанных с помощью сплайнов или кривых. В данной статье проводились исследования по автоматизации раскладки на деталях обуви.

На рис. 1. показан результат процесса раскладки деталей обуви. Если соединить точки касания деталей (с учетом технологического промежутка между ними), то на раскладке можно увидеть некоторую закономерность. Эти закономерности явно зависят от геометрии области и деталей. Следовательно, необходимо тщательно изучить конфигурацию областей и деталей для выявления особенностей, которые способствуют нахождению алгоритма при построении раскладок. В дальнейшем появится возможность соединять в блоки детали определенного класса.

В работе рассматривается плоская деталь, представленная последовательностью точек, которые образуют границу детали. Внутренность детали считается окрашенной в белый цвет, без текстуры, так как точки получены после операции бинаризации. Но если бы изобра-

жение было с текстурой, например, теснением на коже, то можно было бы говорить о характерных признаках деталей, цветности пикселей, предлагавшиеся в литературе [5], где применялись общие методы выделения характерных параметров текстур объектов таких, как энергия, энтропия, контраст, однородность, корреляция и другие.

Проведённые эксперименты показали, что не все признаки оказываются полезными и актуальными для рассмотрения и приведения к функциям для дальнейших расчетов параметров плоского объекта, так как зависят от координат и являются неканоническими. Поэтому решено построить процедуры для вычисления основных параметров плоского объекта — площади и периметра, а также заинтересовавшей характеристики — числа вогнутостей детали, которая является топологической, носит интегральный характер, определяет форму детали и может служить для решения задач кривых определенного класса, в частности классификации, раскроя, аппроксимации.

Следующей частью работы после вычисления площади и периметра плоского объекта является изучение локальных характеристик таких, как кривизна деталей контура, некоторые элементы аппроксимационного плана. Эти характеристики не интегральные, изменяются по координатам. Они в свою очередь могут использоваться для анализа динамики режущих инструментов, задач аппроксимации и других. Исходная информация для решения данных задач — последовательность координат плоского объекта, полученная после процесса скелетизации. Возможны разные направления обхода контура.

Периметр

$$P = \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} + \sqrt{(x_1 - x_n)^2 + (y_1 - y_n)^2},$$

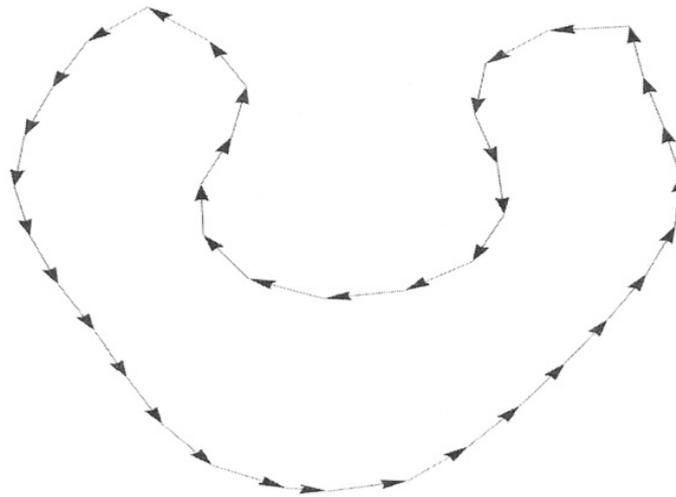


Рис. 2. Направление обхода контура

где x_i, x_n — координаты векторов по оси X, y_i, y_n — координаты векторов по оси Y.

Площадь

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} (x_i * y_{i+1} - y_i * x_{i+1}) + \frac{1}{2} (x_n * y_1 - y_n * x_1)$$

Наличие выпуклостей/вогнутостей

Эта характеристика определяется следующим образом: совершается обход в определенном направлении (положительном, против часовой стрелки, или отрицательном, по часовой). В работе приняли положительное направление и формировали вектор направления движения в пошаговом режиме. При сравнении изменения направления (положительное, отрицательное) этих последовательных векторов относительно друг друга (рис. 2), сформировалась последовательность знаков изменений и направлений.

Для получения последовательности знаков изменений, которые и будут показывать, есть ли у детали вогнутость, была найдена разность координат по X и по Y векторов контура, после чего полученные разности записаны в 2 столбика и перемножены крест — накрест, и снова вычислена их разность.

Радиус кривизны

Чтобы вычислить кривизну каждого участка контура, рассчитываются параметры участков — косинусы и си-

нусы углов между векторами контура. Косинус угла вычисляем по формуле:

$$\frac{(a_1 * a_2 + b_1 * b_2)}{|a| * |b|},$$

где $a_1 = (x_1 - x_2)$, а $a_i = (x_i - x_{i+1})$;

$b_1 = (y_1 - y_2)$, а $b_i = (y_i - y_{i+1})$;

$$|a| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}, |b| = \sqrt{b_1^2 + b_2^2}.$$

Поскольку знаменатель дроби всегда будет положительным, то можно рассматривать только числитель дроби, для которого необходимо определить знак, указывающий на расположение искомого угла в координатной четверти. Синус рассчитывается из отношения векторного произведения векторов контура к длине этих векторов. Далее вычисляем арксинус полученного значения и отслеживаем знак косинуса: если он больше нуля, то из числа π вычитаем полученное значение арксинуса; иначе значение остается. На заключительном этапе значение делим на длину вектора, у которого определяем угол поворота:

$$\frac{\Delta\alpha}{\Delta s},$$

$\Delta\alpha$ — изменение угла между векторами, Δs — расстояние между началами векторов. В результате вычислений получаем оценку

$$\frac{1}{R'}$$

где R — радиус кривизны, приближенное значение которого можно также получить из описанной окружности вокруг треугольника, образованного векторами.

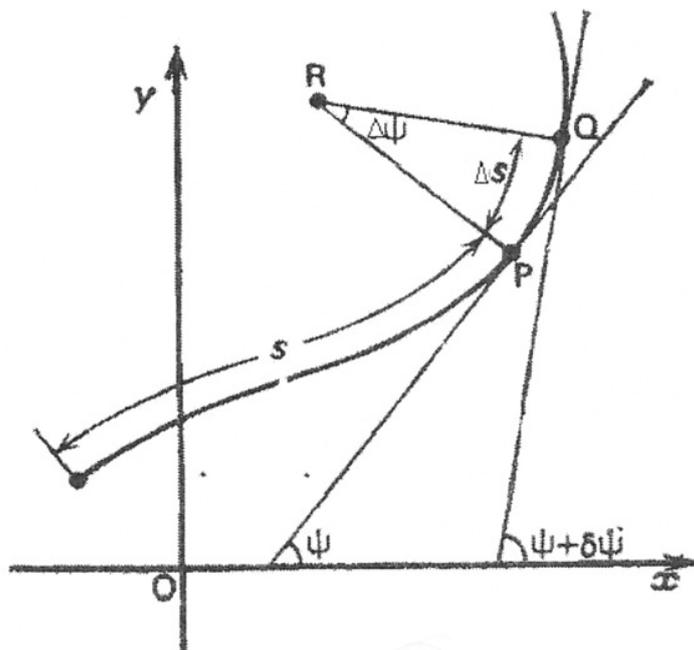


Рис. 3. Часть контура детали

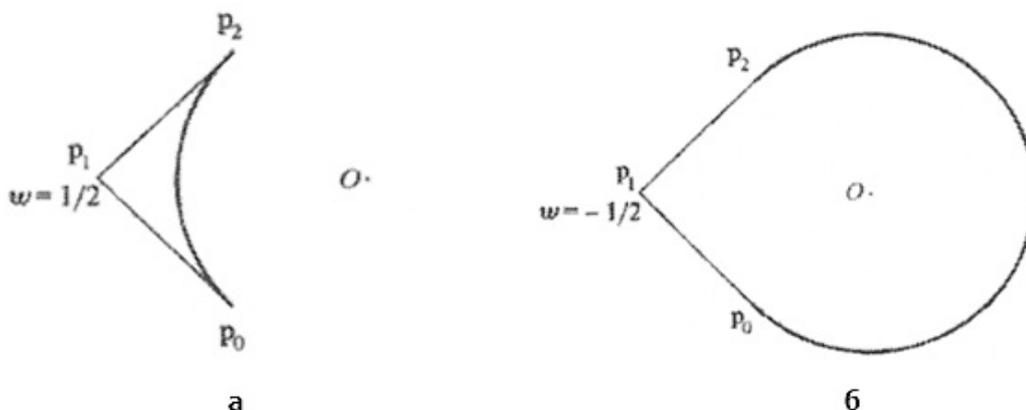


Рис. 4. Вес точки p ; а) положительный; б) отрицательный [6]

Радиусы вписанных и описанных окружностей

Используя формулу линейно-круговой аппроксимации [6], можно построить приближение дуги окружности:

$$r(t) = \frac{(1-t)^2 p_0 + 2t(1-t)\psi p_1 + t^2 p_2}{(1-t)^2 + 2t(1-t)\psi + t^2}, 0 \leq t \leq 1$$

$$|p_0 - p_1| = |p_2 - p_1| = p \operatorname{tg}(\delta/2),$$

$$(p_0 - p_1) \cdot (p_2 - p_1) = |p_0 - p_1| |p_2 - p_1| \cos(\delta),$$

$$\cos(\delta/2) = \psi$$

Здесь ψ — вес средней точки, который может быть как положительным, так и отрицательным (рис. 4).

Анализируя треугольник, полученный последовательностью 2 векторов на 3 точках, можно вычислить радиус-вектор центра вписанной окружности, по которому определить радиус окружности и точки касания. Нахождение точек касания позволят определить угол δ . Как показывают расчеты, значение $\cos \delta$ дает вес средней точки при рациональной аппроксимации. Значение этих весов позволяет строить кусочно-линейную ап-

проксимацию, что может понадобиться при дальнейшем рассмотрении детали.

Алгоритм совмещения контуров

Функция Cross применяем для поиска периметра, площади и числа вогнутостей. Последовательность знаков из массива значений Cross, определяющих вогнутости, образуют шум. Для его устранения создается массив Signs, который заполняется значением, равным количеству подряд идущих элементов Cross с одинаковым знаком. При этом это количество имеет тот же знак, что и последовательность чисел в массиве Cross. Так, например, массив Signs может содержать подряд идущие числа 5,-2,4 — это значит, что в контуре сначала идут 5 пар линий соответствующие выпуклости, затем две пары линии соответствующие вогнутости, и далее 4 пары снова выпуклость. Если на пути обхода массива Cross попадают нули (прямые линии), то и в массив Signs просто добавляется 0, столько же раз, сколько он встречается в массиве Cross. После формирования Signs выполняется алгоритм просеивания этого массива, при котором ищется элемент, абсолютное значение которого меньше или равно значению сглаживания, подаваемое на вход функции. Значения найденных элементов меняют знак и складываются с предыдущим, а оригинальный элемент удаляется. После массив просматривается на существование пар значений, стоящих рядом и имеющих один знак. Такие пары складываются, результат их суммы записывается вместо одного элемента, а второй просто удаляется из массива. С нулем никаких действий не происходит. Например, при последовательности 5,— 2,4,0,0 и сглаживании 2, после первой обработки получится результат 7,4,0,0, а после второй — 11,0,0. Далее в цикле отбираются пары рядом расположенных линий, которые замыкаются в треугольник, вычисляются радиусы вписанной и описанной окружности, затем радиус кривизны. После полученная информация заполняется массив о контуре детали.

Для реализации совмещения контуров необходимо создать вспомогательный класс (ComperelInfo), хранящий следующую информацию: индексы начальной и конечной точки первого и второго контуров; длину совмещаемой части контура; среднюю сумму значений, определяющих выпуклость; среднюю разницу значений кривизны; максимальную и минимальную сумму значений, определяющих выпуклость; максимальную и минимальную разницу значений кривизны; рейтинг совмещения.

Алгоритм о выбранных для совмещения контурах можно описать следующим образом:

1. Установить точку поиска совмещения первого и второго контура в ноль.
2. До тех пор, пока знак, определяющий выпуклость\вогнутость не изменится, смещаться на точку

вперед, вычисляя сумму разностей кривизны, а также сумму сумм, определяющих выпуклость\вогнутость, на всем участке.

3. Поделить вычисленные значения на длину пройденного участка, получив среднее арифметическое этих значений. Записать все вычисления в экземпляр класса ComperelInfo и добавить его в массив контуров.
4. Изменить точку поиска совмещения второго контура на ту, где остановилась предыдущая попытка совмещения.
5. До тех пор, пока точка поиска совмещения второго контура не будет равна последней точке, возвращаться в пункт 2.
6. Поставить точку поиска совмещения второго контура в ноль, а точку поиска совмещения первого контура переместить вперед, в место, где изменится знак, определяющий выпуклость\вогнутость.
7. До тех пор, пока точка поиска совмещения первого контура не будет равна последней точке, возвращаться в пункт 2.

Таким образом получается многократный обход второго контура вокруг отдельных отрезков первого контура. После прохождения алгоритма составляется рейтинг. Для него создаются отдельные переменные, в которые помещаются максимальные и минимальные значения сумм, определяющих выпуклость\вогнутость, разниц кривизны, а также длины совмещенных участков. Затем, общее минимальное значение на всем контуре каждой из этих величин делится на соответствующее значение каждого участка. Таким образом получается 6 величин сравнения всех параметров совмещения, которые нормированы от 0 до 1. 7-й величиной является длина участка, деленная на общую максимальную длину участка, найденную при обходе контура. Так как рейтинг должен быть распределен от 0 до 100, все эти величины необходимо суммировать, предварительно умножив на определенный коэффициент. Экспериментально было выявлено, что длина участка должна иметь большую силу при составлении рейтинга, так как массив совмещенных участков зачастую имеет довольно большое количество «идеальных» по всем параметрам отрезков, но имеющих длину 1 или 2 линии, что, конечно же, для совмещения совсем не подходит. Чтобы избежать появления таких «артефактов» вычислений, длине участка был выставлен коэффициент 28, а всем другим равный коэффициент 12. Итого получается $12 * 6 + 28 = 100$.

Результаты

(Results) и Обсуждение (Discussions)

В идеале для гладкой прямой количество изменений знаков при циклическом рассмотрении показывает число

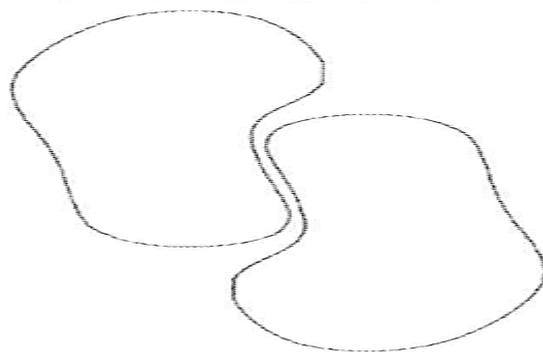


Рис. 5. Совмещение деталей

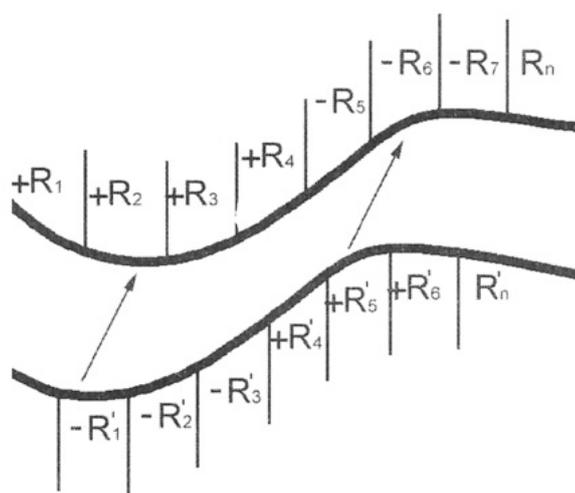


Рис. 6. Фрагмент совмещения 2 контуров.

вогнутостей детали. На практике дискретность представления приводит к тому, что нужна операция сглаживания. Для этой операции экспериментально подбирается коэффициент сглаживания, чтобы удалить близко расположенные точки контура детали, избавиться от шума и в то же время не исказить деталь настолько, что нельзя будет понять, какая изначально конфигурация была у плоского объекта. Кроме этого, полученную последовательность следует подвергать фильтрации. Для отбрасывания небольших изменений знаков, связанных с дискретностью представления. Последовательность знаков разбиваем на блоки, длина которых будет равна заданному коэффициенту фильтрации. В полученных блоках сравниваем значение функции Sign первого и последнего элемента, и если они одинаковые, то все элементы противоположного знака между ними меняют свой знак.

Так как обход контура совершался в положительном направлении, то есть против часовой стрелки, положительный знак у значений кривизны наблюдается в области предположительной выпуклости фигуры, а отрица-

тельный знак — в области вогнутости. Если суммировать значения кривизны на участках двух контуров фигур и наложить условие $|R_i + R'_i| < \epsilon$ (ϵ — фиксированное малое значение), можно говорить о совмещении деталей и соединении их в блоки для построения раскладки (рис. 6).

Исследование кривизны контура объекта показывает, что оценивается радиус кривизны, который определяется как радиус описанной окружности. Радиус кривизны связан с процесса формирования плоских объектов, что позволяет совмещать контуры деталей и соединении их в блоки для построения раскладки.

Учитывая, что часто в программном обеспечении файл CSV содержит необходимые для предложенного алгоритма данные о деталях, который загружается непосредственно в механизм размещения, то его можно использовать для создания функции автоматического размещения, что позволит сэкономить времени, сократить отходы и эффективно использовать материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян М.П., Миронов В.П. Выявление дефектов текстуры при компьютерном сканировании кожи. В сборнике: Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности. Сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции. 2017. С. 27–30.
2. Муртазина А.Р., Миронов В.П., Разин И.Б. Алгоритм сжатия данных. Дизайн и технологии. 2014. № 43 (85). С. 51–55.
3. Sheng Quan Xie, Gary Wang, Y. Liu. Nesting of two-dimensional irregular parts: An integrated approach. International Journal of Computer Integrated Manufacturing 20(8):741–756. December 2007.
4. K. Ramesh, N. Baskar. The Simple Genetic Algorithm Approach for Optimization of Nesting of Sheet Metal Parts in Blanking Operation. Journal of Advanced Manufacturing Systems Vol. 14, No. 01, pp. 41–53 (2015).
5. Шапиро Л., Стокман Д. Компьютерное зрение — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. 761 с.
6. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование: учебник для учреждений высш. проф. образования — М.: Издательский центр «Академия», 2011. 272 с.
7. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве /пер. с англ. — М.: Мир, 2006. 304 с.

© Муртазина Альфия Рустямовна (aly1029@yandex.ru),

Миронов Владислав Петрович (mironov-vp@rguk.ru), Гусев Александр Олегович (alex@gusev.xyz).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА СОВМЕСТНОГО ОТНОСИТЕЛЬНОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДЕЛЬТА-РОБОТА

PARAMETRIC SYNTHESIS OF THE MECHANISM OF JOINT RELATIVE MANIPULATION BASED ON A DELTA-ROBOT

**S. Orekhov
P. Veisman
G. Mosolov
M. Lebed
V. Sakharov**

Summary. The purpose of this work is to solve the problem of parametric synthesis of a joint relative manipulation mechanism based on a delta robot. The paper investigates the efficiency of the applied algorithm for selecting the parameters of the mechanism and visualizes its operation.

Keywords: joint relative manipulation mechanism, MSOM, delta robot, mechanism working area, parametric synthesis.

Орехов Сергей Юрьевич

Старший преподаватель, МГТУ им Н.Э. Баумана
serg31057@mail.ru

Вейсман Павел Игоревич

МГТУ им Н.Э. Баумана
wepal@mail.ru

Мосолов Григорий Викторович

МГТУ им Н.Э. Баумана
Grigory2012@bk.ru

Лебедь Максим Дмитриевич

МГТУ им Н.Э. Баумана
maxim.lebed.98@mail.ru

Сахаров Владимир Валентинович

Старший преподаватель, МГТУ им Н.Э. Баумана
vlad.saharov2011@yandex.ru

Аннотация. Цель данной работы заключается в решении задачи параметрического синтеза механизма совместного относительного манипулирования на основе дельта-робота. В работе исследуется эффективность применяемого алгоритма подбора параметров механизма и производится визуализация его работы.

Ключевые слова: механизм совместного относительного манипулирования, MSOM, дельта-робот, рабочая зона механизма, параметрический синтез.

Введение

Дельта-роботы получили широкое применение в современной промышленности. Они используются для обработки заготовок, сварки, перемещения объектов на конвейере, а также лазерной резке. Для расширения функциональности мехатронных систем данного типа может быть применена концепция механизма совместного относительного манипулирования, которая подразумевает работу двух независимых механизмов, совместно выполняющих одну задачу [1].

Механизмы подобного типа могут применяться для задач различного масштаба: от работы с незначительными объектами, вроде пайки крошечных элементов, до применения в обработке колоссальных объектов, таких как трёхмерная печать деталей для ракет. Такой разброс по размерам объектов применения приводит к проблеме масштабируемости используемых станков. При необходимости оперативной подстройки параметров механизма, при которых его рабочая зона сможет

полностью покрыть обрабатываемую область, возникает потребность в параметрическом синтезе механизма.

Параметрический синтез — это процесс определения параметров элементов синтезируемого объекта, при которых будут удовлетворены условия технического задания. При параметрическом синтезе определяются именно параметры элементов, так как структура должна быть задана [2].

Описание исследуемого механизма

В данной статье исследуется MSOM с пятью степенями свободы на основе дельта-робота (Рис. 1).

Для дальнейшей работы следует определить параметры, которые будут определены в процессе синтеза.

Параметром, отражающим эффективность работы параметрического синтеза является коэффициент перекрытия. Коэффициент перекрытия — величина отноше-

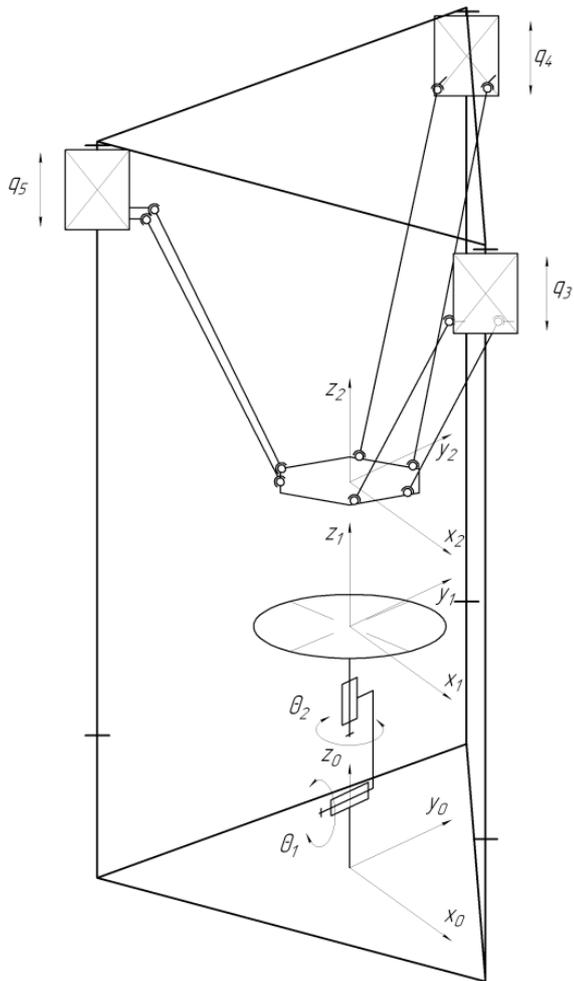


Рис. 1. Кинематическая схема исследуемого механизма

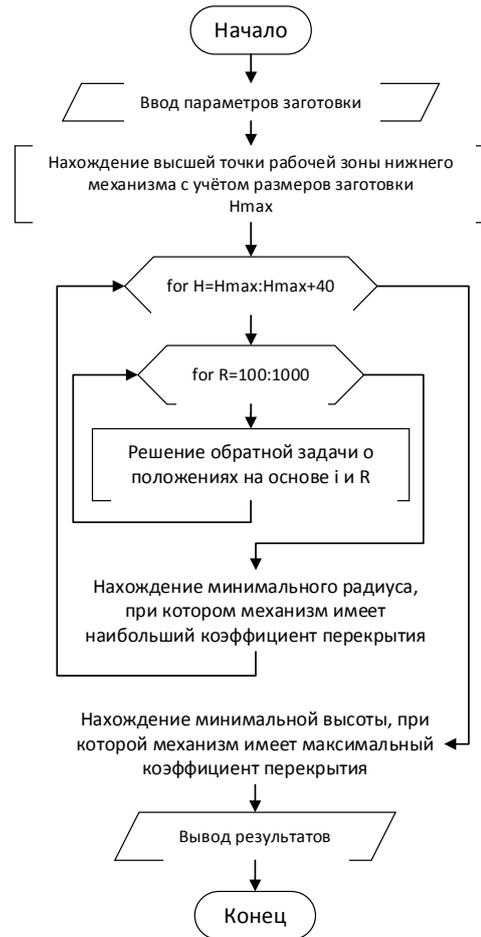


Рис. 2. Блок-схема применяемого в параметрическом синтезе алгоритма

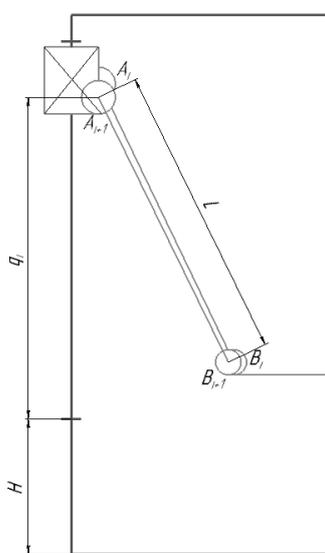


Рис. 3. Высота H

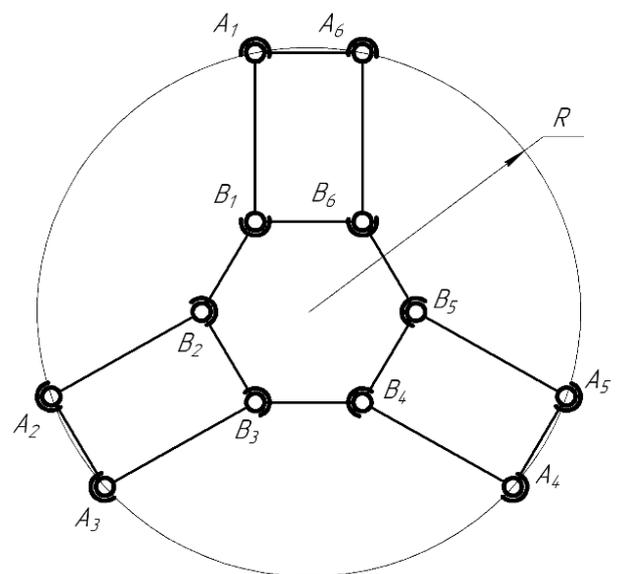


Рис. 4. Радиус R

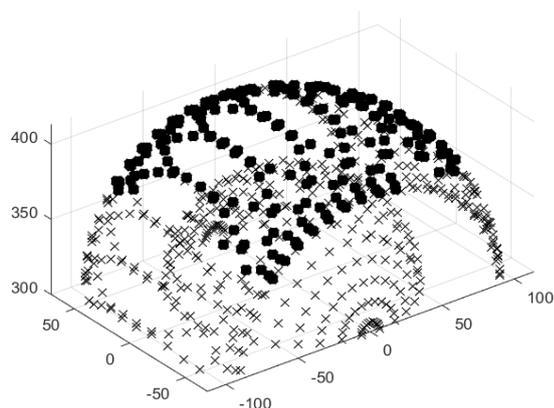


Рис. 5. Коэф. перекрытия 0,7438

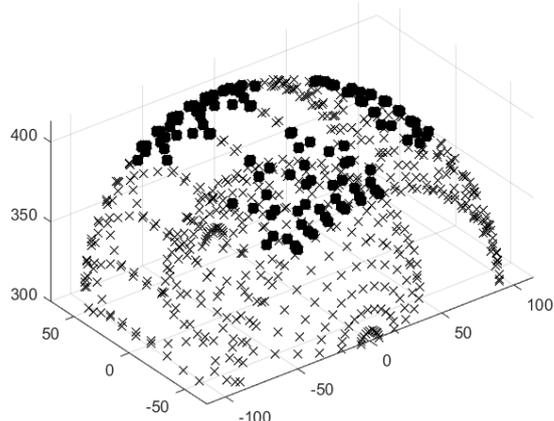


Рис. 6. Коэф. перекрытия 0,8397

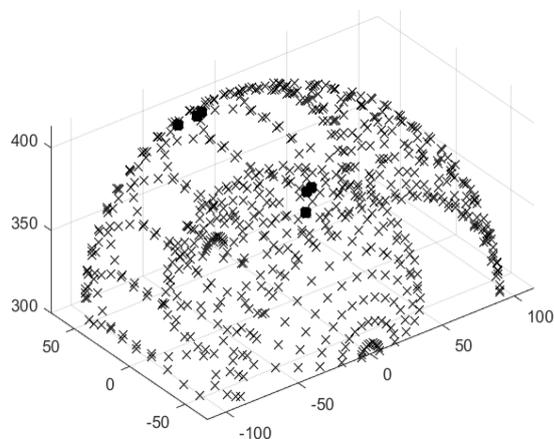


Рис. 7. Коэф. перекрытия 0,9654

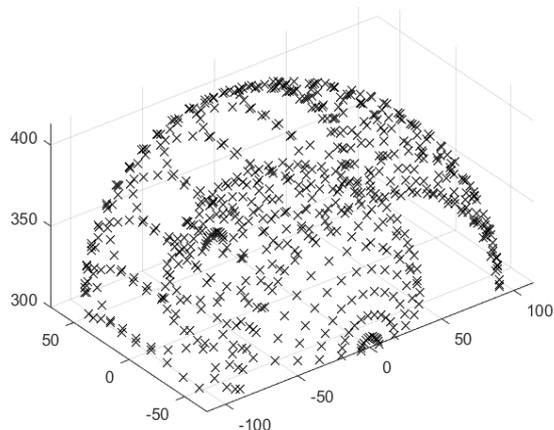


Рис. 8. Коэф. перекрытия 1

ния объёма обрабатываемого объекта, точки которого может достигнуть манипулятор, к общему объёму обрабатываемого объекта, т.е. он отражает, какую долю от общего объёма заготовки может обработать механизм [3].

Описание параметрического синтеза

В случае механизма, исследуемого в данной работе, синтезируемыми параметрами были выбраны высота расположения линейной направляющей H (Рис. 3) и радиус окружности R , на которой лежат направляющие, приводящие в движение верхний механизм (Рис. 4).

Таким образом, подобрав правильную комбинацию приведённых выше параметров, возможно добиться максимально возможного для данной конфигурации механизма коэффициента перекрытия (Рис. 5–8).

Успешная конфигурация механизма с заданной структурой предполагает, что коэффициент перекрытия

будет максимально возможным в данных условиях, а изменяемые параметры будут минимально возможными.

Для решения такой задачи был разработан общий алгоритм (Рис. 2), показывающий основную идею решения задачи параметрического синтеза для механизма с представленной структурой [4].

Выводы

Целью данного исследования является создание алгоритма, позволяющего производить параметрический синтез механизма совместного относительного манипулирования на основе дельта-робота.

Для механизма совместного относительного манипулирования на основе дельта-робота: был произведен параметрический синтез для заготовки с заданными размерами, а также была произведена пошаговая визуализация данного процесса. В будущем планируется оптимизация и унификация данного алгоритма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хейло С.В., Глазунов В.А., Ширинкин М.А., Календарев А.В. Возможные применения механизмов параллельной структуры // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2013. № 5. С. 19–24.
2. Глазунов В.А., Чунихин А.Ю. Развитие исследований механизмов параллельной структуры // Проблемы машиностроения и надёжности машин. 2014. № 3. С. 37–43.
3. Пашенко В.Н., Власовский А.И., Мясоедов К., Вейсман П.И. Параметрический синтез механизмов совместного относительного манипулирования // Сборник трудов конференции МИКМУС-2018. М.: ИМАШ РАН, 2019. С. 490–493.
4. Зинкевич С.Л., Ющенко А.С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами: Учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2000. 400 с.

© Орехов Сергей Юрьевич (serg31057@mail.ru), Вейсман Павел Игоревич (weral@mail.ru),
Мосолов Григорий Викторович (Grigory2012@bk.ru), Лебедь Максим Дмитриевич (maxim.lebed.98@mail.ru),
Сахаров Владимир Валентинович (vlad.saharov2011@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИМИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Пантюхов Дмитрий Валерьевич

Академия федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орёл
gospatme@ya.ru

OPTIMAL SYNCHRONIZATION SELECTION ALGORITHM PROCESSES IN A DISTRIBUTED SIMULATION SYSTEM

D. Pantyukhov

Summary. Due to the intensive development of computer technology, modeling acquires a general scientific character and is used in studies of objects and processes occurring in nature, in the sciences of man and society.

At the same time, forecasting the behavior of simulated objects, in modern conditions, is one of the most promising areas in the theory and practice of modeling. In particular, forecasting makes it possible to conduct controlled experiments for those situations where the implementation of experiments on real objects is fraught with practical and economic difficulties, and as a result to make a correct and objective decision about the viability of the model and the possibility of its practical application, depending on the purposes of using the model. The above approach has been confirmed by many years of research in the field of theoretical modeling problems.

In the article, the author practically proves that when constructing the simulation process of the functioning of the model, it is possible to choose the most effective synchronization algorithm of the model by adjusting (distribution of local clock increments), depending on the type of process involved in modeling. In addition, within the framework of the conducted research, an optimal algorithm for modeling the time advance of the simulation model has been developed and mathematically described, the effectiveness of which increases with an increase in the number of processes in the simulated system.

Keywords: modeling, simulation models, conservative algorithm, optimistic algorithm, synchronization algorithm, distribution system.

Аннотация. Благодаря интенсивному развитию вычислительной техники моделирование приобретает общенаучный характер и применяется в исследованиях объектов и процессов, происходящих в природе, а также в науках о человеке и обществе.

При этом прогнозирование поведения моделируемых объектов в современных условиях является одним из наиболее перспективных направлений в теории и практике моделирования. В частности, прогнозирование позволяет проводить контролируемые эксперименты для тех ситуаций, где осуществление экспериментов на реальных объектах сопряжено с трудностями практического и экономического характера, и в итоге принять правильное и объективное решение о жизнеспособности модели и возможности ее практического применения в зависимости от целей ее использования. Вышеприведенный подход подтвержден многолетними исследованиями в области теоретических проблем моделирования.

В статье автором практически доказывается, что при построении имитационного процесса функционирования модели можно путем корректировки (распределения приращений локальных часов) выбирать наиболее эффективный алгоритм синхронизации модели в зависимости от типа процесса, участвующего в моделировании. Кроме того, в рамках проведенного исследования разработан и математически описан оптимальный алгоритм моделирования продвижения времени имитационной модели, эффективность которого возрастает с увеличением числа процессов в моделируемой системе.

Ключевые слова: моделирование, имитационные модели, консервативный алгоритм, оптимистичный алгоритм, алгоритм синхронизации, распределительная система.

На протяжении последних сорока лет в научных исследованиях, посвященных моделированию различных объектов, активно обсуждался вопрос о том, как оптимизировать процессы моделирования для целей практического внедрения моделей в реальные условия [1, 3, 4, 8]. Одним из наиболее важных направлений оптимизации процессов моделирования стало прогнозирование поведения моделируемых объектов до их практического внедрения. Такой подход, как отмечается в специальной литературе [7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17], позволяет проводить научные эксперименты для тех ситуаций, где осуществление исследования моделей в реальных условиях сопряжено с трудностями различного характера, и принимать обоснованные решения о жизнеспособности моделей до их практического внедрения.

При этом существует специфика проведения научно-экспериментирования моделей, заключающаяся в варьировании отдельными параметрами модели, которые могут влиять на результат ее использования без изменения основных параметров. Такой подход к моделированию имеет безусловное практическое значение, поскольку на сегодняшний день практически не осталось областей, в которых не применялось бы моделирование.

Моделирование применяется в экологии и геофизике, транспортной отрасли, электронике и электротехнике, экономике, строительстве и архитектуре, бизнес-процессах, управлении хозяйствующими субъектами различных уровней, промышленности, политике, деятельности государственных органов различного уровня, медицине и биологии [2, 5]. В зависимости от направления применения и целей использования моделей варьируются подходы к моделированию. Свою роль в практическом применении моделей играет и прогнозирование поведения моделируемых объектов.

Так, например, глобальная сеть с симуляторами транспортных средств и дисплеями для распределенного моделирования боевых действий в реальном времени на виртуальном поле боя SIMNET, разработанная в США в середине 80-х годов прошлого века, была практически внедрена для обучения, а в последующем для тренировок и поддержки различных военных операций (а также анализе таких операций). В частности, SIMNET применялась в 1992 году в рамках кампании «Буря в пустыне». В качестве еще одного примера практического применения моделей можно назвать внедрение модели объединения центров управления космическими аппаратами, разработанную в рамках программы МКС, в единую распределенную систему (РКК Энергия/Королев — ATVCC/Тулуза — NASA JSC/Хьюстон).

В специализированной литературе моделирование дифференцируют на аналитическое, численное и имитационное [3, 4, 6, 8, 9], каждое из которых служит для

решения различных практических задач. В контексте настоящей статьи, направленной на исследование особенностей и значения прогнозирования поведения моделируемых объектов, внимание будет акцентировано на имитационном моделировании, которое лежит в основе проведения научных экспериментов с моделями и по итогам которого может быть принято решение о жизнеспособности модели в практической ситуации.

В наиболее общем понимании имитационное моделирование представляет собой моделирующий алгоритм, который в зависимости от решаемых задач с различной степенью точности воспроизводит функционирование исходной системы. Особенностью имитационного моделирования является возможность воспроизведения поведения моделируемой системы во времени, которое в специализированной литературе принято дифференцировать на физическое, модельное, процессорное [8, 9, 12]. Для целей имитационного моделирования используется понятие модельного времени, и все особенности поведения модели исследуются исходя из заданных значений модельного времени.

Моделируя время эксперимента, направленного на решение задач жизнеспособности модели, например, за счет параллельного выполнения событий, запланированных на разные моменты модельного времени, можно существенно сократить временные затраты на исследование модели. Наиболее отчетливо это прослеживается на распределенной вычислительной системе.

В распределенной модели первичной единицей является логический процесс, который в своем модельном времени выступает в качестве самостоятельной последовательной модели. Путем передачи сообщений логический процесс взаимодействует с другими процессами. В распределенной модели модельное время в разных логических процессах движется с разными скоростями и в некоторый произвольный момент времени оказывается разным. Поэтому для целей правильного воспроизведения последовательности событий в моделируемой системе, необходимо устранить парадоксы времени. Тот процесс продвигает свое время вперед, который получил сообщение от процесса с большим временем. Если процесс получает сообщение от процесса с меньшим временем, получаем парадокс, т.е. говорят, что процесс, приславший сообщение «из прошлого», отстает во времени [6, 11].

Для того, чтобы парадоксов времени в системе не возникало, необходимо предусмотреть специальные программы, которые бы синхронизировали по времени процессы в моделируемой системе. Указанные программы называют также алгоритмами синхронизации мо-

дельного времени, которые укрупненно дифференцируются на консервативные и оптимистические.

Если синхронизация модельного времени процессов осуществляется под управлением консервативного алгоритма, иными словами, процесс получает сообщения в том же порядке, в котором их посылает ему отправитель. Иначе консервативные алгоритмы блокируют продвижение модельного времени в том случае, если процесс получил сообщение от процесса с меньшим временем.

Оптимистические алгоритмы, напротив, осуществляют откат времени процесса с большим временем до времени процесса, приславшего сообщение, обрабатывают его, а также заново обрабатывают все сообщения от этого времени до текущего в правильной временной последовательности.

Для того, чтобы наглядно представить, как осуществляется моделирование в распределительной системе, проанализируем математические модели консервативного и оптимистического алгоритма. Так, математически модель консервативного алгоритма синхронизации может быть представлена в виде следующего уравнения [3]:

$$\begin{cases} x_{i+1}^n = x_i^n + \xi_i^n F^n(i) \\ F^n(i) = \begin{cases} 1, & \text{если } \forall m \in M^n: x_i^n + \xi_i^n \leq x_i^m + \xi_i^m \\ 0 \end{cases} \\ x_0^n = 0 \\ n = \overline{1, N} \end{cases}$$

где x_{i+1}^n — время процесса n на следующем шаге, ξ_i^n — локальное приращение времени процесса n (время, затрачиваемое процессом на внутреннюю работу), n — процесс, который продвигает время (получает сообщение от процесса m), m — процесс, посылающий сообщение процессу n .

Математически модель оптимистического алгоритма может быть представлена в следующем виде:

$$\begin{cases} x_{i+1}^n = x_i^n + \xi_i^n - \max_{m=\overline{1, N}}((x_i^n - x_i^m)I_i^{x_i^m < x_i^n}) \\ x_0^n = 0 \\ n = \overline{1, N} \end{cases}$$

где $I_i^{m \rightarrow n}$ — событие, означающее посылку сообщения процессом m процессу n ,

$I_i^{x_i^m < x_i^n}$ — событие, означающее, что время процесса m меньше времени процесса.

Если обозначить:

$$\rho_i^{mn} = (x_i^n - x_i^m)I_i^{x_i^m < x_i^n}, \alpha_i^{mn} = I_i^{m \rightarrow n},$$

то получим следующую форму записи оптимистического алгоритма:

$$\begin{cases} x_{i+1}^n = x_i^n + \xi_i^n - \max_{m=\overline{1, N}}(\alpha_i^{mn} \rho_i^{mn}) \\ x_0^n = 0 \\ n = \overline{1, N} \end{cases}$$

С учетом того, что оценки математических ожиданий величин $\{x_i^n\}$, получим следующее выражение:

$$O^n(i) = \begin{cases} \bar{M}(x_{i+1}^n) = \bar{M}(x_i^n) + M(\xi_i^n) - \max_{m=\overline{1, N}}(\alpha_i^{mn} \bar{M}(\rho_i^{mn})) \\ \bar{M}(\rho_i^{mn}) = \begin{cases} \bar{M}(x_i^n) - \bar{M}(x_i^m), & \text{при } \bar{M}(x_i^n) > \bar{M}(x_i^m), \\ 0, & \text{при } \bar{M}(x_i^n) < \bar{M}(x_i^m), \end{cases} \\ M(x_0^n) = 0 \\ n = \overline{1, N} \end{cases}$$

Исходя из вышеприведенных уравнений можно сделать вывод о том, что оба алгоритма синхронизации обладают определенными недостатками. Так, консервативный алгоритм допускает «простои» модельного времени процессов, оптимистический — «откаты» модельного времени.

Для уменьшения количества простоев и откатов модельного времени предлагается алгоритм выбора оптимальной синхронизации процессов, основанный на анализе продвижения модельного времени каждым процессом.

Начало моделирования происходит под управлением консервативного алгоритма. Продвижение времени каждого процесса, участвующего в моделировании, оценивается на предмет изменения приращения его локального времени, а также интенсивности посылки этим процессом сообщений другим процессам, участвующим в моделировании.

Согласно научным исследованиям в области моделирования процессы, участвующие в моделировании, можно условно дифференцировать на три типа. Рассмотрим основные характеристики таких типов [6, 7, 8, 10, 12].

В рамках первого типа (тип 1) математические ожидания приращений локальных часов имеют небольшой разброс $\leq 50\%$, процессы активно обмениваются сообщениями $\alpha^{mn} \rightarrow 1$. К указанному типу можно отнести имитационные модели сетей, а также систем обработки сигналов, состоящих из нескольких процессоров и иное коммуникационное оборудование.

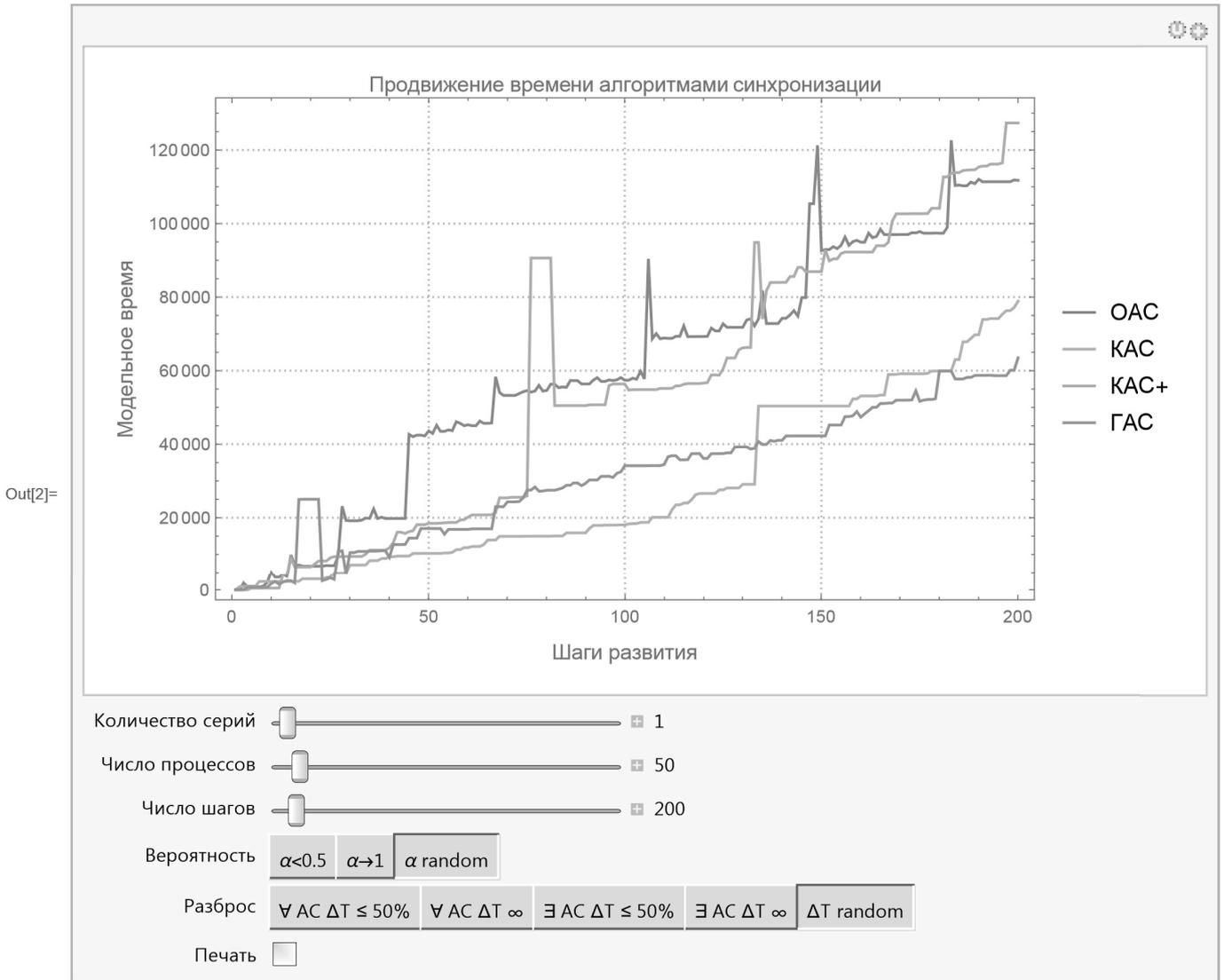


Рис. 1. Соотношение эффективности алгоритмов синхронизации времени в имитационной системе

В рамках процессов второго типа (тип 2) математические ожидания приращений локального времени имеют неограниченный разброс, процессы довольно редко обмениваются сообщениями $\alpha^{mn} < 0.5$. Вышеописанному типу процессов соответствуют имитационные модели, в основе которых лежат сложные параллельные алгоритмы, а процессы направлены на осуществление внутренних вычислений, при этом процессы только с входными данными и результатами (например, имитационные модели алгоритмов бортового вычислительного комплекса летательного аппарата).

Третий тип процессов (тип 3) характеризуется ничем не ограниченным разбросом математических ожиданий, поэтому процессы обмениваются сообщениями с разной интенсивностью. К такому типу относят полные модели распределенных вычислительных систем, таких,

как имитационная модель бортового навигационного комплекса.

В рамках проведенного в настоящей статье эксперимента, заключающегося в построении математических моделей, было установлено, что в зависимости от распределения приращений локальных часов можно выбирать наиболее эффективный алгоритм синхронизации исходя из того или иного типа процесса, что имеет большое практическое значение. Для того, чтобы описать особенности алгоритма выбора оптимальной синхронизации, представим его в виде пяти последовательных шагов и опишем каждый из этих шагов алгоритма выбора.

Шаг 1. Ввод исходных данных: число процессов, участвующих в моделировании, число шагов моделирова-

ния, вероятность посылки сообщений процессами лежат в интервале от 0 до 1, разброс приращений локальных часов неограничен.

Шаг 2. Старт моделирования. На данном шаге генерируются последовательности посылки сообщений каждым процессом и приращения локального времени для процесса.

Шаг 3. Процессы в соответствии с последовательностями обмениваются сообщениями. Продвижение времени происходит по консервативному алгоритму.

Шаг 4. Если заключительный шаг моделирования не достигнут, то в течение (следующих) 10 шагов анализируются интенсивности посылки сообщений каждым процессом и величины локального приращения времени. Иначе — моделирование заканчивается. Если пара «вероятность посылки сообщений — локальное приращение времени процесса» удовлетворяет какому-либо заданному типу, то следующие 10 шагов процесс осуществляет продвижение времени, синхронизируя его с помощью наиболее оптимального для этой пары алгоритма синхронизации.

Например, процесс посылает сообщения с интенсивностью 6 сообщений за 10 шагов. Это означает, что вероятность посылки составляет 0.6. Если приращение локального времени процесса в результате получения сообщений от других процессов 50%, то процесс принадлежит к типу 1. Для данного типа процессов наиболее эффективен консервативный алгоритм синхронизации. Это означает, что следующие 10 шагов процесс будет продвигать свое время с помощью консервативного алгоритма. Если один из параметров процесса указывает на его принадлежность к типу 2, то наиболее оптимальным алгоритмом синхронизации для процесса будет оптимистический и следующие 10 шагов процесс будет продвигать свое время с помощью этого алгоритма.

Шаг 5. Переход на Шаг 4.

Обозначим $\theta^n(i)$ функцию, меняющую свое значение в зависимости от типа процесса

$$\theta^n(i) = \begin{cases} 1, \text{ если } \alpha_i^{mn} \rightarrow 1; \Delta T \leq 50 \\ 0, \text{ если } \alpha^{mn} < 0,5; \Delta T \rightarrow \infty \\ \text{если } \alpha^{mn} \in [0..1]; \Delta T \rightarrow \infty \\ m, n = \overline{1, N} \end{cases}$$

Где ΔT , относительное приращение локального времени процессом. Отсюда математическая модель выбора оптимального алгоритма синхронизации, с учетом

оценок математического ожидания, будет иметь следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{M}(x_{i+1}^n) = \bar{K}^n(i)\bar{\theta}^n(i) + \bar{O}^n(i)\bar{\theta}^n(i) \\ \bar{K}_i^n(i) = \bar{M}(x_i^n) + M(\xi_i^n)\bar{F}^n(i) \\ \bar{F}^n(i) = \begin{cases} 1, \text{ если } \bar{M}(x_i^n) + M(\xi_i^n) \leq \bar{M}(x_i^m) + M(\xi_i^m) \\ 0 \text{ иначе} \end{cases} \\ O^n(i) = \bar{M}(x_{i+1}^n) = \bar{M}(x_i^n) + M(\xi_i^n) - \max_{m=\overline{1, N}}((\alpha_i^{mn}\bar{M}(\rho_i^{mn})) \\ \bar{M}(\rho_i^{mn}) = \begin{cases} \bar{M}(x_i^n) - \bar{M}(x_i^m), \text{ при } \bar{M}(x_i^n) > \bar{M}(x_i^m) \\ 0, \text{ при } \bar{M}(x_i^n) > \bar{M}(x_i^m) \end{cases} \\ \theta^n(i) = \begin{cases} 1, \text{ если } \alpha_i^{mn} \rightarrow 1; \Delta T \leq 50 \\ 0, \text{ если } \alpha^{mn} < 0,5; \Delta T \rightarrow \infty \\ \text{если } \alpha^{mn} \in [0..1]; \Delta T \rightarrow \infty \\ m, n = \overline{1, N} \\ M(x)_0^n = 0 \\ m, n = \overline{1, N} \end{cases} \end{array} \right.$$

Моделирование продвижения времени имитационной модели с помощью данного алгоритма показывает, что эффективность алгоритма возрастает с увеличением числа процессов в моделируемой системе. В этом случае в ряде экспериментов предложенный алгоритм показывает результаты даже лучшие, чем оптимистический и почти в каждом эксперименте лучше, чем консервативный. На рисунке 1 оптимальный алгоритм обозначен как «КАС +».

На практике оптимальный выбор алгоритма позволяет быстрее прийти к выводу о реальной жизнеспособности модели и возможности ее практического применения в зависимости от целей использования модели.

Подводя итог, необходимо отметить, что моделирование как средство проектирования моделей имеет колоссальное практическое и научное значение, поскольку особенности поведения имитационной модели позволяют сделать оценку жизнеспособности модели в реальных условиях еще на этапе проведения эксперимента, что позволяет существенным образом экономить временные и экономические ресурсы. В рамках проведенного в настоящей статье эксперимента доказано, что при построении имитационного процесса функционирования модели путем корректировки (распределения приращений локальных часов) можно выбирать наиболее эффективный алгоритм синхронизации модели в зависимости от типа процесса, участвующего в моделировании. Кроме того, в рамках проведенного исследования разработан и математически описан оптимальный алгоритм моделирования продвижения времени имитационной модели, эффективность которого возрастает с увеличением числа процессов в моделируемой системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатырев В.А., Богатырев С.В. Резервированная передача данных через агрегированные каналы в сети реального времени // Изв. вузов. Приборостроение. — 2016. — № 9. С. 735–740.
2. Власов М.П., Шимко П.Д. Моделирование экономических процессов. — Ростов-н/Д.: Феникс, 2005. — 409 с.
3. Вознесенская Тамара Васильевна. Исследование эффективности алгоритмов синхронизации времени для систем распределенного имитационного моделирования: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.11/Вознесенская Тамара Васильевна. — М.: МГУ, 2001. — 95 с.
4. Дигрис А.В. Дискретно-событийное моделирование. — Минск: БГУ, 2011. — 175 с.
5. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. — СПб: БХВ-Петербург, 2005.
6. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании / Пер. с англ.; Под ред. Ю.П. Адлера и В.Н. Варыгина. — М.: Статистика, 1978.
7. Кобелев Н.Б., Половников В.А., Девятков В.В. Имитационное моделирование. — М.: КУРС. ИНФРА-М, 2015. — 368 с.
8. Колекина А.О., Потехаева Ю.В. Имитационное моделирование: сущность, методы и особенности // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. — 2016. — № 2. — С. 4–6
9. Кутузов О.И., Татарникова Т.М. Моделирование систем и сетей телекоммуникаций: Учеб. пособие. — СПб: РГГМУ, 2012.
10. Кутузов О.И., Татарникова Т.М. К анализу парадигм имитационного моделирования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. — 2017. — № 3. — С. 552–558.
11. Кутузов О.И., Татарникова Т.М. Метод ускоренного имитационного моделирования сетевых узлов коммутации // Приборостроение. — 2019. — № 1. — С. 23–31.
12. Окольнишников В.В. Представление времени в имитационном моделировании // Вычислительные технологии. — 2005. — № 5. — С. 23.
13. Плютенко А.С. Имитационное моделирование // Вестник МГУП. 2011. № 1. С. 163–170
14. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. — М.: Издательство «Мир», 1978. — 411 с.
15. https://scholar.google.com.tw/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=Xc6gkP8AAAAJ&citation_for_view=Xc6gkP8AAAAJ:u-x6o8ySG0sC (дата обращения: 10.10.2021).
16. https://scholar.google.com.tw/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=Xc6gkP8AAAAJ&citation_for_view=Xc6gkP8AAAAJ:FxGoFyzp5QC (дата обращения: 10.10.2021).
17. https://scholar.google.com.tw/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=Xc6gkP8AAAAJ&citation_for_view=Xc6gkP8AAAAJ:u5HHmVD_u08C10.10.2021 (дата обращения: 10.10.2021).

© Пантюхов Дмитрий Валерьевич (gospamme@ya.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛИТЬЕВЫХ МАШИН НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

AUTOMATION OF CASTING MACHINES BASED ON PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS

**M. Rusakov
A. Evdokimov
A. Zankin**

Summary. Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk

The article discusses the practical application of programmable logic controllers of the "Aries" company for the automation of a single-position machine for injection molding of thermoplastic materials LPD500/160. The article briefly discusses the solutions to the main problems of automation of injection molding machines: the choice of equipment and the creation of a user program. This article is written on a project that has a practical implementation in production when performing a major overhaul of equipment.

The purpose of this work is to show the main ways of solving the problems of automation of injection molding machines of this class.

Keywords: PLC, mold, cycle, automation, subroutine, injection unit, clamping unit, interfaces, injection molding machine, hydraulic valve, command device.

Русаков Максим Геннадьевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва», Саранск
e10e00@mail.ru

Евдокимов Александр Сергеевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва», Саранск
evd15@list.ru

Занкин Александр Иванович

Аспирант, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва», Саранск
zankin_ai@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается практическое применение программируемых логических контроллеров фирмы «Овен» для автоматизации однопозиционной машины для литья под давлением термопластичных материалов ЛПД 500/160. В статье кратко рассматриваются решения основных проблем автоматизации литьевых машин: выбор оборудования и создания пользовательской программы. Данная статья написана по проекту имеющие практическое внедрение на производстве при выполнении капитального ремонта оборудования.

Цель данной работы — показать основные пути решения проблем автоматизации литьевых машин данного класса.

Ключевые слова: ПЛК, прессформа, цикл, автоматизация, подпрограмма, узел впрыска, узел смыкания, интерфейсы, литьевая машина, гидрораспределитель, командоаппарат.

Давно уже является фактом то, что промышленное оборудование покупается на долгие годы эксплуатации и при неисправной системе управления списывать оборудование способное ещё проработать десяток лет не рентабельно. В таких случаях при качественном ремонте на помощь приходят современные технологии с применением современных АСУ ТП. В данной работе рассматривается автоматизация литьевых машин ЛПД 500/160 выпущенных 1998 году и простоявших без эксплуатации более 20 лет по причине неисправной системы управления, восстановление которой не представляется возможным. При том сами станки хоть и являются морально устаревшими, но по механической и гидравлической части являются новыми и могли бы ещё работать, выполняя свои функции. Потребность производства в дополнительных производственных

мощностях поставила задачу по восстановлению работоспособности данного оборудования. Установка нового дорогого импортного оборудования АСУ ТП на такие машины была бы не рентабельной. Поэтому было принято решения использовать продукцию отечественного производителя. Проблема выбора оборудования для автоматизации литьевых машин решалась следующим образом. На начальных этапах проводится изучение оригинальной документации, изучается работа литьевой машины и анализируется рынок современного оборудования АСУ ТП. Далее проводится выбор того или иного подходящего оборудования для автоматизации.

Общая теоретическая часть выбора оборудования АСУ ТП т.е. критерии его оценки приводится на рисунке 1. Только взвесив и сопоставив правильно все критерии

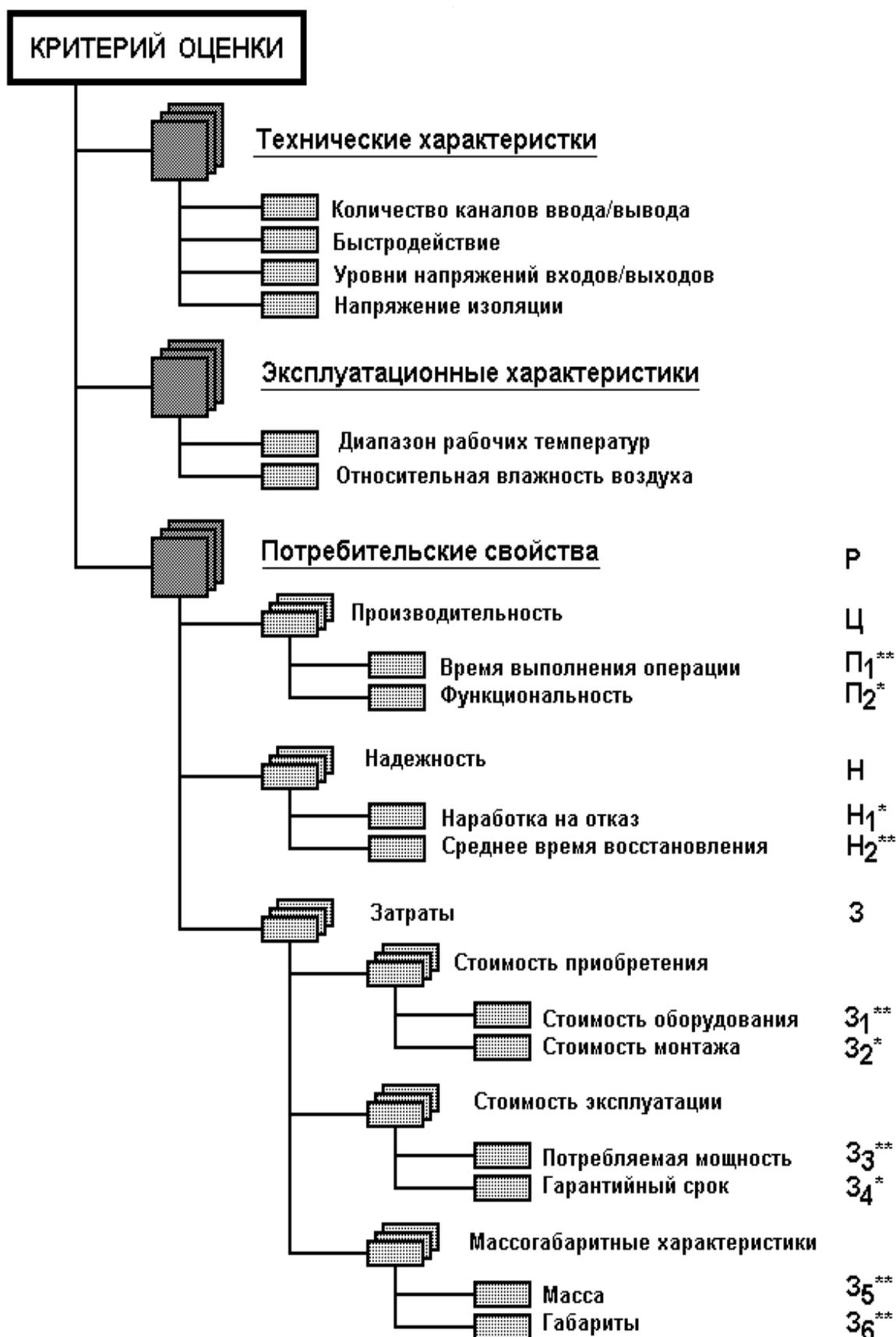


Рис. 1. Критерий оценки при выборе аппаратуры АСУ ТП

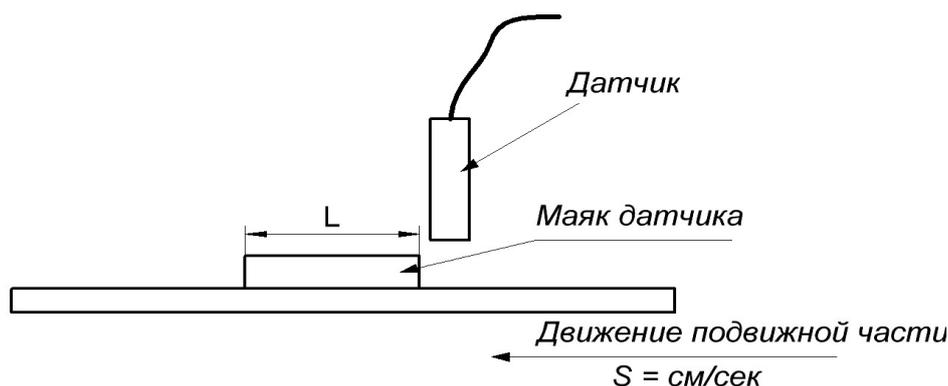


Рис. 2. К определению времени импульса с датчика узла запириания

выбора оборудования можно сделать правильный выбор. На верхнем уровне дерева критериев располагаются технические характеристики они являются одними из важных без них невозможно провести автоматизацию оборудования.

Для определения технических характеристик используемого оборудования проводится изучение электрических принципиальных схем, подсчитываются количество используемых цифровых и аналоговых входов и выходов, определяются величины входных и выходных сигналов.

В результате проведенных исследований для автоматизации литейной машины потребовалось использовать АСУ ТП имеющую на борту 39 дискретных входа, 24 дискретных выхода и 4 аналоговых входа для подключения термодар. Уровни входных цифровых сигналов должны соответствовать напряжению 24В постоянного тока. Уровни выходных цифровых сигналов должны соответствовать 24В постоянного тока величиной тока не менее 2 ампер. Уровни входных аналоговых сигналов должны соответствовать уровням термодар хромель-копель. Для связи ПЛК и человеко-машинного интерфейса необходима цифровая сеть.

Другой важной технической характеристикой для автоматизации литейной машины ЛПД 500/160 является минимально необходимое максимально допустимое время реакции АСУ ТП на входной сигнал. Для выполнения этих требований необходимо чтобы ПЛК системы управления имело минимально допустимое время цикла или имело возможность выполнения программы прерываний. Для работы литейной машины ЛПД 500/160 время реакции опирается на скорость движения механизма запириания прессформы (рисунок 2). В силу своих конструктивных и технологических особенностей на однопозиционной литейной машине ЛПД 500/160 макси-

мальная скорость может находиться только на двух механизмах: механизм впрыска и механизм узла запириания. Наиболее важным является узел запириания поскольку он имеет самые короткие импульсы, на которые системе необходимо успеть отреагировать.

При известной максимальной скорости перемещения прессформы 0.8 м/с и длине пластины бесконтактного выключателя 2,5см, время импульса с датчика составит 31мс. В течение этого времени датчик должен быть опрошен и система управления должна сформировать управляющий сигнал. В противном случае остановка прессформы произойдет не на пластине датчика, а за его пределами или вовсе не произойдет.

Не менее важными характеристиками так же являются потребительские свойства и эксплуатационные характеристики. Для внутрицеховых условий со средней возможной температурой эксплуатации от 5 до 25 и перечисленными выше требованиями наиболее подходящими являются оборудование производящиеся фирмой «Овен», оно достаточно надежное и относится к невысокой ценовой категории. За основу системы управления литейной машины ЛПД 500/160 был принят моноблочный контроллер ПЛК110–24.60.P.M на 60 точек подключения. Недостаточность цифровых и аналоговых входов на борту ПЛК компенсируется применением дополнительных модулей расширения. В таблице 1 и 2 приведено все используемое оборудование АСУ ТП для автоматизации литейной машины. Для сопряжения ПЛК и модулей расширения задействованы интерфейсы RS485–1 и RS485–2 имеющиеся на борту ПЛК. В качестве основного протокола связи используется протокол ModBus–RTU. На рисунке 3 приведена структурная схема конфигурации проекта.

Так как литейная машина ЛПД-500/160 является гидравлической литейной машиной, все управления ра-

Таблица 1. Таблица конфигурации оборудования АСУ в сети Modbus по интерфейсу RS485-1

№	Единица оборудования АСУ в сети	Адрес в сети Modbus
1	ПЛК110-24.60.P.M (мастер устройство)	
2	МВ110-24.16ДН	16
3	МВ110-8А	24

Таблица 2. Таблица конфигурации оборудования АСУ в сети Modbus по интерфейсу RS485-2

№	Единица оборудования АСУ в сети	Адрес в сети Modbus
1	ИП320 (мастер устройство)	
2	ПЛК110-24.60.P.M	1

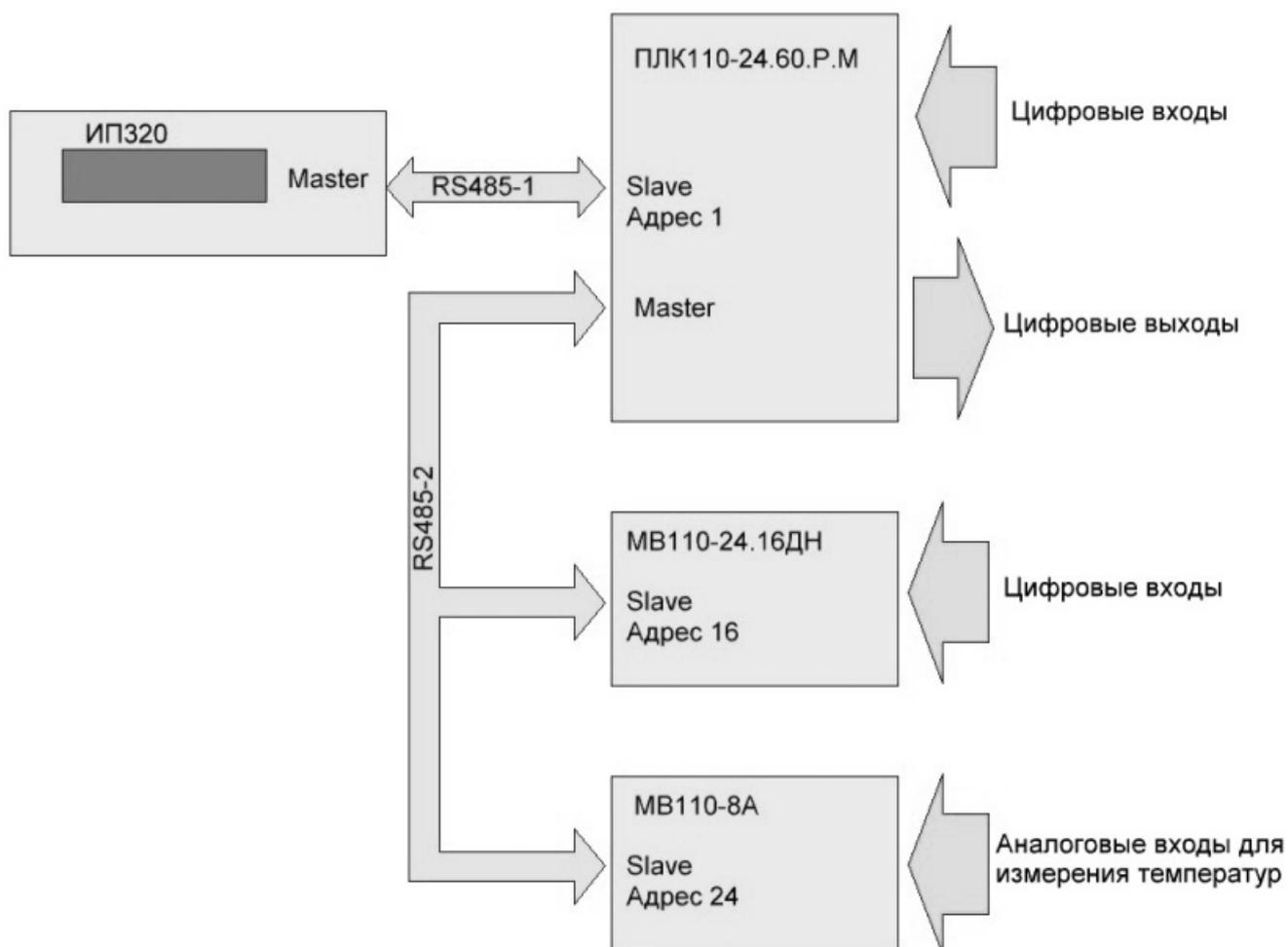


Рис. 3. Структурная схема АСУ ТП литейной машины ЛПД 500/160

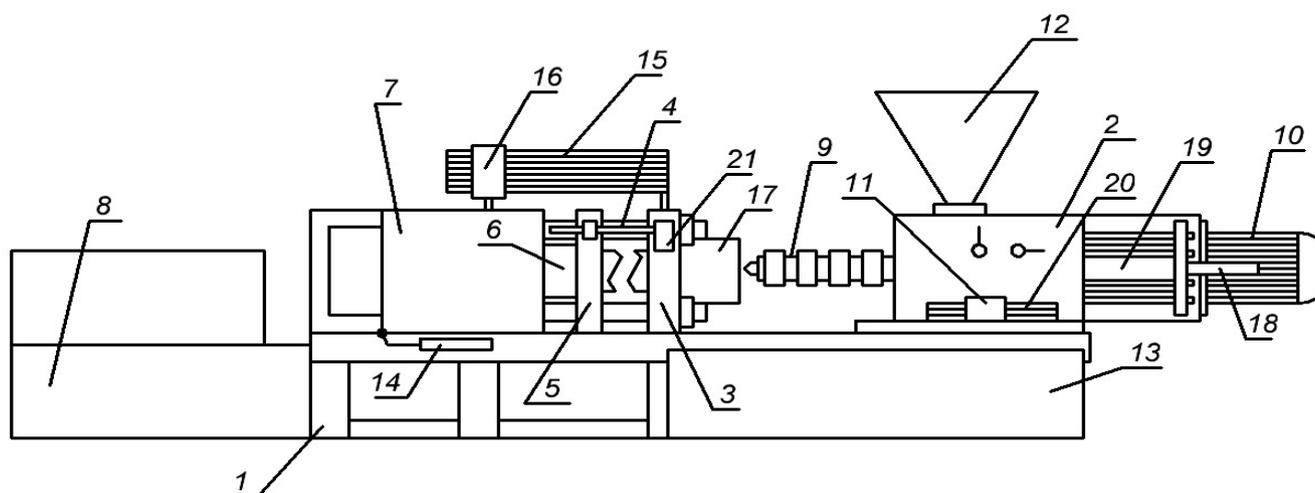


Рис. 4. Общий вид литейной машины ЛПД-500/160

1 — станина, 2 — редуктор узла впрыска, 3 — неподвижная плита узла смыкания, 4 — направляющие колонки узла смыкания, 5 — подвижная плита узла смыкания, 6 — главный гидроцилиндр подвижной плиты, 7 — ограждения пространства прессформы, 8 — гидростанция, 9 — цилиндр пластикации, 10 — электродвигатель шнека цилиндра пластикации, 11 — блок датчиков положения узла впрыска, 12 — загрузочный бункер, 13 — шкаф управления, 14 — блок датчиков ограждения прессформы, 15 — рейка установки маяков для датчиков подвижной плиты, 16 — блок датчиков подвижной плиты, 17 — ограждение узла впрыска, 18 — шток гидроцилиндра впрыска с датчиком положения, 19 — гидроцилиндр впрыска, 20 — рейка установки маяков для датчиков положения узла впрыска, 21 — блок датчиков высоты прессформы и высокого давления.

бочими механизмами машины осуществляются за счёт включения соответствующих клапанов на гидрораспределителях. Положение рабочих механизмов машины определяется срабатыванием соответствующих датчиков на командоаппаратах, расположенных по периферии машины, которые являются частью системы управления.

Промышленное оборудование подобного типа имеет примерно одинаковое устройство. В своем составе они содержат следующие основные узлы: несущую раму, узел смыкания прессформы, узел впрыска и гидростанцию. На рисунке 4 схематично представлен более подробно общий вид машины ЛПД 500/160 с пояснениями деталей машины.

Работа ЛПД 500/160 осуществляется в четырех режимах: наладочный режим, ручной режим, полуавтоматический режим и автоматический режим. Каждый режим работы имеет свои отличительные особенности поэтому программа пользователя для ПЛК110–24.60.PM содержит подпрограммы этих режимов работы, которые вызываются в главную программу для циклической обработки.

Наладочный режим используется в момент установки прессформы и наладки производства нового изделия.

В этом режиме все рабочие органы машины совершают движения только с одной скоростью и только в момент нажатия кнопок на пульте оператора. Движение рабочих органов прекращаются, когда кнопка отпущена или когда сработает соответствующий датчик ограничения.

Режим ручного прессования запускает в работу каждый механизм машины с соответствующей кнопки пульта оператора и с поддержкой давления в рабочем механизме на протяжении полного цикла литья. Данный режим позволяет запускать технологический процесс литья под давлением поэтапно после нажатия соответствующих кнопок на пульте оператора. Такой режим используется во время отладки нового изделия или подготовки к автоматическому или полуавтоматическому режиму литья. Для запуска ручного режима необходимым разрешающим сигналом является маркер прогретого цилиндра пластикации, наличия сигналов: закрытия ограждения узла впрыска, ограждение пространства прессформы, толкатель убран.

Полуавтоматический режим характеризуется запуском одного полного цикла литья под давлением либо с кнопки смыкания прессформы или импульсом с датчика закрытия ограждения прессформы. В данном режиме имеет значение исходное состояние машины. Исходное состояние машины подготавливается в ручном режиме.

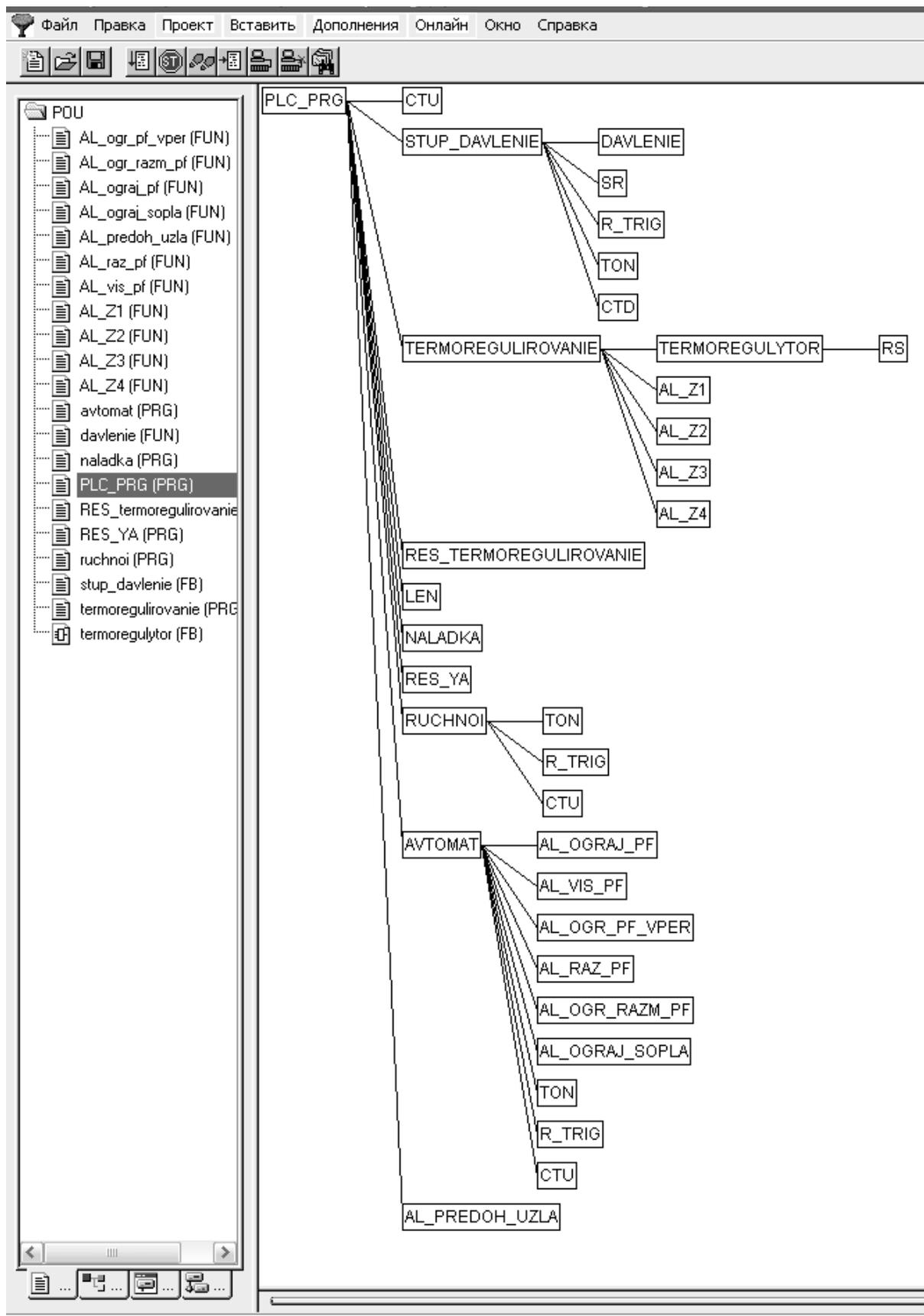


Рис. 5. Рабочее окно проекта с деревом вызовов

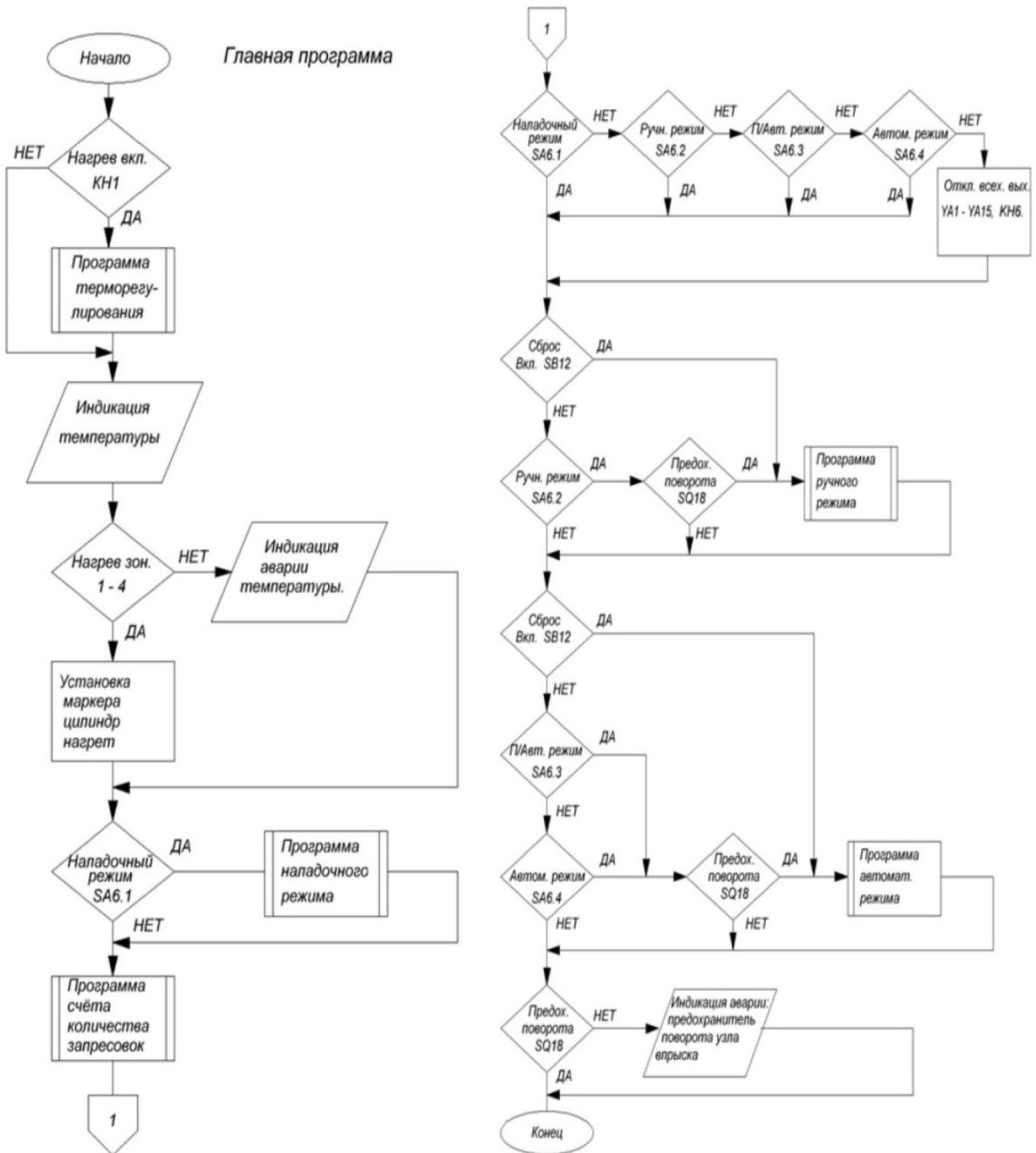


Рис. 6. Алгоритм работы главной программы

Разрешающими сигналами для запуска полуавтоматического и автоматического режимов служат, сигнала с датчиков: прессформа раскрыта (подвижная плита находится в исходном положении), материал набран в цилиндре пластикации (шток гидроцилиндра выдвинут), ограждение узла впрыска закрыто, ограждение пространства прессформы закрыто, толкатель убран, цилиндр пластикации прогрет. В конце цикла литья после экстракции изделия из прессформы толкатель убирается, и машина приходит в режим ожидания новой команды запуска литья.

Автоматический режим работы отличается от полуавтоматического тем что машина работает непрерывно по таймеру, не ожидая команд от оператора.

Для обеспечения всех режимов работы литьевой машины на рисунке 5 представлена структура программы ПЛК110–24.60.P.M в среде Codesys v2.3.

Как видно из рисунка программа в своем составе содержит 21 программный элемент — это функции, функциональные блоки и подпрограммы, вызываемые в главную программу при различных условиях.

На начальных этапах написания программы, в соответствии с технологией литья, составляется алгоритм работы станка. На рисунке 6 приведен алгоритм работы главной программы. На диаграмме изображены вызовы подпрограмм: терморегулирования, наладочного режима работы, ручного режима работы, программа подсчёта количества запресовок, автоматического режима работы. В программе пользователя отсутствует как самостоятельный элемент подпрограмма полуавтоматического режима прессования, его функции выполняет подпрограмма автоматического режима работы с применением условий полуавтоматического режима. Программа терморегулирования узла пластикации обеспечивает терморегулирование четырех зон нагрева с применением метода двухпозиционного регулирования. Для этого в функциональный блок «TERMOREGULYTOR» вызываются соответствующие экземпляры (рисунок 5).

Помимо всего того что обеспечивает технологию процесса литья в программе предусмотрены блокирующие обеспечивающие безопасную работу оператора.

Часть кода работы главной программы приведена ниже.

Листинг
главной программы

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
```

```
stup_davlen:=stup_davlenie;(* объявление экземпляра
функционального блока выдержки под давлением*)
schet_zapresovok:=STU; (*библиотечный функциональный
блок- суммирующий счётчик*)
END_VAR
```

(*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ ВВОДА МВ110–16ДН*)

```
ograj_pf_sq:=m_in.0; (*Побитная распиновка регистра
51(регистра входов)*)
ogr_skor_pf_sq:=m_in.1;
uvel_skor_pf_sq:=m_in.2;
zamed_skor_pf_sq:=m_in.3;
ogr_pf_vper_sq:=m_in.4;
vis_dav_res_sq:=m_in.5;
ogr_razm_pf_sq:=m_in.6;
vis_dav_sq:=m_in.7;
predohran_sq:=m_in.8;
podscok_sq:=m_in.9;
vis_pf_sq:=m_in.10;
kon_vprisk_sq:=m_in.11;
kon_nabora_sq:=m_in.12;
ogr_pod_sq:=m_in.13;
ogr_otvod_sq:=m_in.14;
avar_otvod_sq:=m_in.15;
```

(*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ПРИХОДЯЩЕЙ С ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА*)

```
R_schet_zap:=in1.4;(*сброс счётчика запресовок*)
```

(*ОТРАБОТКА ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ*)
(*ЗАПИСЬ В ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМУЮ ПАМЯТЬ ИЗ РЕГИСТРОВ ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА*)

```
UZ1:=UZ1_;
UZ2:=UZ2_;
UZ3:=UZ3_;
UZ4:=UZ4_;
DZ1:=DZ1_;
DZ2:=DZ2_;
DZ3:=DZ3_;
DZ4:=DZ4_;
A_HI_Z1:=A_HI_Z1_;
A_HI_Z2:=A_HI_Z2_;
A_HI_Z3:=A_HI_Z3_;
A_HI_Z4:=A_HI_Z4_;
A_LO_Z1:=A_LO_Z1_;
A_LO_Z2:=A_LO_Z2_;
A_LO_Z3:=A_LO_Z3_;
A_LO_Z4:=A_LO_Z4_;
T1_Ust:=T1_Ust_;
T2_Ust:=T2_Ust_;
T3_Ust:=T3_Ust_;
T4_Ust:=T4_Ust_;
T5_Ust:=T5_Ust_;
kontrol_cikla_Ust:=kontrol_cikla_Ust_;
```

```

Time_davlenn:=Time_davlenn_;
Ust_N_Stup:=Ust_N_Stup_;
Ust_schet_ogr_razm:=Ust_schet_ogr_razm_;

(* РАБОТА С ТЕРМОРЕГУЛЯТОРОМ*)
IF ON_temp (*если нагрев включен то вызывается
программа termoregulirovanie*)
THEN termoregulirovanie; (* программа терморегули-
рования*)
ELSE RES_termoregulirovanie; (* в противном случае
происходит сброс всех выходов с терморегулирования*)
END_IF (*через вызов программы сброса*)

(*ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПАНЕЛЬ
ОПЕРАТОРА ИП320*)
Z1_:=Z1;(*1 ЗОНА НАГРЕВА С МОДУЛЯ ВВОДА НАПА-
НЕЛЬ ОПЕРАТОРА*)
Z2_:=Z2;(*2 ЗОНА НАГРЕВА С МОДУЛЯ ВВОДА НАПА-
НЕЛЬ ОПЕРАТОРА*)
Z3_:=Z3;(*3 ЗОНА НАГРЕВА С МОДУЛЯ ВВОДА НАПА-
НЕЛЬ ОПЕРАТОРА*)
Z4_:=Z4;(*4 ЗОНА НАГРЕВА С МОДУЛЯ ВВОДА НАПА-
НЕЛЬ ОПЕРАТОРА*)

(*ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ВРЕМЕНИ НА ПАНЕЛЬ ОПЕРА-
ТОРА ИП320(передается целое + 1 знак после запятой*)
T1_tekuch_:=TRUNC((TIME_TO_REAL(T1_
tekuch))*0.01);(*время предохранение п.ф*)
T2_tekuch_:=TRUNC((TIME_TO_REAL(T2_
tekuch))*0.01);(*время декомпрессии*)
T3_tekuch_:=TRUNC((TIME_TO_REAL(T3_
tekuch))*0.01);(*время впрыска*)
T4_tekuch_:=TRUNC((TIME_TO_REAL(T4_
tekuch))*0.01);(*время набора (пластикация) *)
T5_tekuch_:=TRUNC((TIME_TO_REAL(T5_
tekuch))*0.01);(*время охлаждения *)
tekuch_davlenn:= TRUNC((TIME_TO_REAL(tekuch_
davlen))*0.01);(*время выдержки под давлением *)
kontrol_cikla_tekuch_:=TRUNC((TIME_TO_
REAL(kontrol_cikla_tekuch))*0.01);(*время контроля цик-
ла*)

(*ПЕРЕДАЧА КОДОВ АВАРИЙНЫХ СИГНАЛОВ НА ПА-
НЕЛЬ ОПЕРАТОРА ИП320 ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДИНА-
МИЧЕСКОГО ТЕКСТА*)
AZ1_:= (SHR((LEN(AZ1)),3));(*определяем длину стро-
ковой переменной и уменьшаем величину полученного
выражения*)
AZ2_:= (SHR((LEN(AZ2)),3)); (* получаем: «низкая тем-
пература зон нагрева» = 3,» перегрев зон» = 2, « обрыв
термопары» = 4 *)
AZ3_:= (SHR((LEN(AZ3)),3)); (* «отсутствие аварии» =0
*)
AZ4_:= (SHR((LEN(AZ4)),3));
(*выражение принимает значение 1, при наличии
аварии и 0 при её отсутствии*)

```

```

A_CIKL_:=(SHR((LEN(A_CIKL)),4)); (*ВЫВОД НА ПАНЕЛЬ
ОПЕРАТОРА КОДА АВАРИЙНОГО СИГНАЛА — ВРЕМЯ
ЦИКЛА*)
A_PRED_:=(SHR((LEN(A_PRED)),5)); (*ВЫВОД НА ПА-
НЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА АВАРИЙНОГО СИГНАЛА — ПРЕ-
ДОХРАНЕНИЯ ПРЕССФОРМЫ *)
A_VPRISK_:=(SHR((LEN(A_VPRISK)),4)); (*ВЫВОД НА ПА-
НЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА АВАРИЙНОГО СИГНАЛА — ВРЕ-
МЯ ВПРЫСКА*)
A_NAVOR_:=(SHR((LEN(A_NAVOR)),4)); (*ВЫВОД НА
ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА АВАРИЙНОГО СИГНАЛА —
ВРЕМЯ НАБОРА*)
AL_ograjdenie_pf_:=(SHR((LEN(AL_ograjdenie_pf)),5));
(* ВЫВОД НА ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА АВАРИЙНОГО
СИГНАЛА — ОГРАЖДЕНИЕ ПРЕССФОРМЫ *)
AL_visota_pf_:=(SHR((LEN(AL_visota_pf)),4)); (* ВЫВОД
НА ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА АВАРИЙНОГО СИГНАЛА —
ВЫСОТА ПРЕССФОРМЫ*)
AL_ogranichenie_pf_vp_:= (SHR((LEN(AL_
ogranichenie_pf_vp)),5));(* ВЫВОД НА ПАНЕЛЬ ОПЕРАТО-
РА КОДА АВАРИЙНОГО СИГНАЛА — ОГРАНИЧЕНИЕ СМЫ-
КАНИЯ ПРЕССФОРМЫ*)
AL_razmikanie_:=(SHR((LEN(AL_razmikanie)),4));(* Вы-
ВОД НА ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА АВАРИЙНОГО СИГНА-
ЛА — РАЗМЫКАНИЕ ПРЕССФОРМЫ ОПЕРАТОРОМ*)
AL_polojenie_pf_:=(SHR((LEN(AL_polojenie_pf)),5)); (*
ВЫВОД НА ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА АВАРИЙНОГО СИГ-
НАЛА — НАЧАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЕССФОРМЫ*)
AL_ograjdenie_sopla_:=(SHR((LEN(AL_ograjdenie_
sopla)),4));(*ВЫВОД НА ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА АВА-
РИЙНОГО СИГНАЛА — ОГРАЖДЕНИЕ СОПЛА НЕ ЗАКРЫ-
ТО*)
AL_predoh_povorota_:=(SHR((LEN(AL_predoh_
povorota)),4)); (*ВЫВОД НА ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА КОДА
АВАРИЙНОГО СИГНАЛА — ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ ПОВОРОТА
УЗЛА ВПРЫСКА *)

(*ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ С ДИСКРЕТНЫХ ДАТЧИКОВ
НА ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА*)
out1.0:=vis_dav_res_sq; (*КОНЦЕВИК СБРОСА ВЫСО-
КОГО ДАВЛЕНИЯ*)
out1.1:=vis_dav_sq; (*КОНЦЕВИК ВКЛЮЧЕНИЯ ВЫСО-
КОГО ДАВЛЕНИЯ*)
out1.2:=ogr_pf_vper_sq; (*КОНЦЕВИК ОГРАНИЧЕНИЕ
ПРЕССФОРМЫ ВПЕРЕД*)
out1.3:=ograj_pf_sq; (*КОНЦЕВИК ОГРАЖДЕНИЕ
ПРЕССФОРМЫ ЗАКРЫТО*)
out1.4:=vis_pf_sq; (*КОНЦЕВИК ВЫСОТА ПРЕССФОР-
МЫ*)
out1.5:= ogr_razm_pf_sq; (* КОНЦЕВИК ОГРАНИЧЕНИЕ
РАЗМЫКАНИЯ ПРЕССФОРМЫ*)
out1.6:= ogr_skor_pf_sq; (*КОНЦЕВИК ОГРАНИЧЕНИЕ
СКОРОСТИ ПРЕССФОРМЫ ПРИ СМЫКАНИИ*)
out1.7:=ogr_pod_sq; (*КОНЦЕВИК ОГРАНИЧЕНИЕ
ПОДВОДА СОПЛА*)

```

```

out1.8:=ogr_otvod_sq; (* КОНЦЕВИК ОГРАНИЧЕНИЕ
ОТВОДА СОПЛА*)
out1.9:=avar_otvod_sq; (*АВАРИЙНОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ
ОТВОДА СОПЛА*)
out1.10:=kon_vprisk_sq; (*КОНЦЕВИК ОКОНЧАНИЕ
ВПРЫСКА*)
out1.11:=kon_nabora_sq; (*КОНЦЕВИК КОНЕЦ НАБО-
РА*)
out1.12:=podscok_sq;(* КОНЦЕВИК ОСТАНОВКА П.Ф
ПРИ ПОДСКОКЕ ВПЕРЕД*)
out1.13:= predohran_sq;(*КОНЦЕВИК НАЧАЛО ПРЕДО-
ХРАНЕНИЯ П.Ф*)
out1.14:= uvel_skor_pf_sq; (* УВЕЛИЧЕНИЕ СКОРОСТИ
ПРИ РАЗМЫКАНИИ ПРЕССФОРМЫ*)
out1.15:= zamed_skor_pf_sq;(* УМЕНЬШЕНИЕ СКОРО-
СТИ ПРИ РАЗМЫКАНИИ ПРЕССФОРМЫ*)
out2.0:= predoh_povorota_sq;(* ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ
ПОВОРОТА УЗЛА ВПРЫСКА*)
out2.1:=ograj_s_zak_sq; (*ОГРАЖДЕНИЕ СОПЛА ЗА-
КРЫТО *)
out2.2:=davl_sopla_sq;(* ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ ПРИЖА-
ТИЯ СОПЛА*)
out2.3:=OK_temp; (*ЦИЛИНДР ПЛАСТИКАЦИИ НА-
ГРЕТ*)
out2.4:=AVARIY; (*АВАРИЙНЫЙ СИГНАЛ НА ПАНЕЛИ
ОПЕРАТОРА*)

(*ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ НАЛАДОЧНОГО РЕЖИМА*)
IF naladka_sa (*если включен переключатель: нала-
дочный режим*)
THEN naladka; (*то вызывается программа наладочно-
го режима naladka*)
END_IF

(*СБРОС ВСЕХ ВЫХОДОВ*)
IF NOT (naladka_sa OR ruchnoi_sa OR avtomat_sa OR
pol_avtomat_sa)(*если не включен не один режим*)
THEN RES_YA; (*сброс всех выходов *)
END_IF

(*ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ РУЧНОГО РЕЖИМА*)
IF (ruchnoi_sa AND predoh_povorota_sq) OR reset_sb
(*если включен переключатель: ручной режим или на-
жата кнопка сброс*)
THEN ruchnoi; (*то вызывается программа ручного
режима либо для работы, либо для сброса параметров
в ручном режиме*)
END_IF

(*ВЫЗОВ ПРОГРАММЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЛИ ПО-
ЛУАВТОМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА*)
IF((avtomat_sa OR pol_avtomat_sa) AND predoh_
povorota_sq) OR reset_sb (*если включен хотя бы один
переключатель: автоматический или полуавтоматиче-
ский режим*)

```

```

THEN avtomat; (* или нажата кнопка сброс то вызы-
вается программа автоматического режима с функцией
полуавтоматического режима либо для работы, либо для
сброса*)

```

```

END_IF (* параметров в автоматическом и полуавто-
матическом режиме*)

```

```

(* ВКЛЮЧЕНИЕ АВАРИЙНОГО СИГНАЛА ПРЕДОХРА-
НИТЕЛЯ ПОВОРОТА УЗЛА ВПРЫСКА*)

```

```

AL_predoh_povorota:= AL_predoh_uzla(NOT predoh_
povorota_sq); (*предохранитель поворота — включение
аварии когда узел впрыска не наместит*)

```

```

(*ВКЛЮЧЕНИЕ АВАРИЙНОГО ИНДИКАТОРА НА ПАНЕ-
ЛИ ОПЕРАТОРА*)

```

```

AVARIY:= SIGNAL_AL_ OR A_temp OR A_predohr_ruch
OR (NOT predoh_povorota_sq) OR (NOT ograj_pf_sq) OR
(NOT ograj_s_zak_sq) OR (NOT vis_pf_sq)OR ogr_pf_vper_
sq;

```

```

(*СЧЁТ КОЛИЧЕСТВА ЗАПРЕСОВОК (впрысков*)

```

```

schet_zapresovok(CU:=vprisk_ya, RESET:= R_schet_zap,
CV=> schet_zapres_OUT);

```

```

(*ВЫЗОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО БЛОКА РЕГУЛИРОВКИ
ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВПРЫСКЕ ИЛИ ВЫДЕРЖКИ ПОД ДАВЛЕ-
НИЕМ*)

```

```

(*ВХОДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ*)

```

```

stup_davlen.ustavka:=Ust_N_Stup; (*уставка количе-
ства ступеней давления*)

```

```

stup_davlen.ruch:= ruchnoi_sa; (*режим работы- руч-
ной*)

```

```

stup_davlen.nalad:= naladka_sa;(*режим работы- на-
ладочный*)

```

```

stup_davlen.avtom:= avtomat_sa;(*режим работы- ав-
томатический или полуавтоматический*)

```

```

stup_davlen.vprisk:= vprisk_ya; (* клапан впрыска
включен*)

```

```

stup_davlen.stup_davleniy:= stupen_sa; (*включен ре-
жим ступенчатого давления*)

```

```

stup_davlen.time_dav:= Time_davlen; (*установка вре-
мени выдержки под давлением*)

```

```

stup_davlen.kon_vpriska:= kon_vprisk_sq; (*произо-
шло окончание впрыска с переходом на выдержку под
давлением*)

```

```

(*ВЫХОДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ*)

```

```

stup_davlen(ya1=> stupen1); (*чтение ступеней давле-
ния*)

```

```

stup_davlen(ya2=> stupen2);

```

```

stup_davlen(ya3=> stupen3);

```

```

stup_davlen(ya4=> stupen4);

```

```

stup_davlen(ya5=> stupen5);

```

```

stup_davlen(ya6=> stupen6);

```

```

stup_davlen(ya7=> stupen7);

```

```
stup_davlen(ya8=> stupen8);
stup_davlen(ya9=> stupen9);
stup_davlen(schet_OUT_ => N_stup); (*выход на экран
значения количества ступеней давления*)
```

Замена системы управления станка вызвала необходимость создания новых электрических принципиальных и монтажных схем. В результате проделанной работы шкаф управления литьевой машины стал значительно компактней. Отпала необходимость использования дополнительного шкафа с советской электроникой «МИКРО 902» который занимал дополнительную полезную площадь.

Выводы

В данной работе кратко изложены этапы создания программы пользователя в среде Codesys v2.3 для программируемых логических контроллеров ПЛК110–24.60.P.M, при выполнении ремонтных работ системы управления литьевой машины ЛПД 500/160. Материал данной статьи нацелен на закрепление теоретических и практических познаний в области средств автоматизации и программирования программируемых логических контроллеров. Данная работа полностью реализована на практике и может быть полезна разработчикам АСУ ТП при ремонте литьевых машин подобного класса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шишов О.В. Современные технологии промышленной автоматизации: учебное пособие / О.В. Шишов. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. — 280 с.
2. Шишов О.В. «Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации» / О.В. Шишов. — Саранск, 2014. — 448 с.
3. Н.И. Чернявский. «Элементы электрических схем». Ч. 1. / Альбом стандартизованных условно графических и буквенных обозначений: Методические указания по оформлению лабораторных, курсовых и дипломных работ для студентов специальности «Промышленная электроника», — Тольятти: НГУ, 2007. — 61 с. <https://docs.yandex.ru/docs/>
4. Программирование программируемых логических контроллеров ОВЕН ПЛК110 и ПЛК160. Руководство пользователя. Версия 1.9. Москва 2010. <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=16>
5. «Руководство пользователя по программированию ПЛК в среде CoDeSys 2.3». ПК Пролог. Смоленск 2006 г. <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1638>
6. Паспорт 70620.002.22.000ПС. Разработано: ОКБ РПО «Электромеханика» 1989 г.
7. Машина для литья под давлением термопластичных материалов. Модель ЛПД-500/160. Руководство по эксплуатации 70620.002.00.000РЭ. Савеловское производственное объединение «Прогресс» 1989 г.
8. Система управления PLAS-S руководство оператора 501.00050–01~<34~<01~<1991 г.
9. Официальный сайт компании «Овен» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.owen.ru.
10. Оссвальд Т., Турнг Л.-Ш., Грэмманн П. Дж., «Литье пластмасс под давлением» под ред. Э.Л. Калинчева, ISBN: 5–93913–067–4, Изд-во: «ЦОП Профессия» 2005–712 с. <https://plastinfo.ru>

© Русаков Максим Геннадьевич (e10e00@mail.ru),

Евдокимов Александр Сергеевич (evd15@list.ru), Занкин Александр Иванович (zankin_ai@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

К ВОПРОСУ КАДРОВОГО НЕКОМПЛЕКТА ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МВД РОССИИ

ON THE ISSUE OF STAFFING SHORTAGE OF TERRITORIAL DIVISIONS OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA

**A. Rybak
R. Danilov**

Summary. The article examines objective and subjective factors that determine the staffing shortage of territorial divisions of the Ministry of Internal Affairs of Russia. The issues of solving this problem in the field of management relations are considered. To do this, it is proposed to abandon the assessment of the activities of territorial divisions according to the final indicators and proceed to calculations of the effectiveness of their activities for the reporting period. To implement this approach, a special model and terminology of its application are proposed.

Keywords: managerial relations, motivation, generational theory, efficiency, throughput.

Рыбак Александр Владимирович

*К.т.н., доцент, Дальневосточный юридический институт МВД России
rybak_2908@mail.ru*

Данилов Роман Михайлович

*К.т.н., доцент, Дальневосточный юридический институт МВД России
danilovroman@mail.ru*

Аннотация. В статье исследуются объективные и субъективные факторы, определяющие кадровый некомплект территориальных подразделений МВД России. Рассматриваются вопросы решения этой проблематики в области управленческих отношений. Для этого предлагается отказаться от оценки деятельности территориальных подразделений по итоговым показателям и перейти к расчетам эффективности их деятельности за отчетный период. Для реализации этого подхода предлагается специальная модель и ехнология ее применения.

Ключевые слова: управленческие отношения, мотивация, теория поколений, эффективность, пропускная способность.

Активное внедрение современных информационных технологий во все сферы социально-политической и экономической жизни российского общества привело к значительным изменениям ее количественных и качественных характеристик в том числе и в области борьбы с преступностью. Длительный десятилетний тренд уменьшения количества зарегистрированных преступлений завершился. В 2019 г.— 2020 г. наблюдается стабильный рост по этому параметру. Хотя темп роста не значителен и находится в пределах статистической погрешности, удельный вес отдельных элементов структуры преступности претерпел существенную трансформацию.

Прежде всего обращает на себя внимание рост тяжких преступлений и резкий, практически, взрывной рост сложных преступлений, совершенных с использованием информационно-телекоммуникационных технологий или в сфере компьютерной информации. Следует отметить, что до 2017 года эта категория преступлений вообще не выделялась в отчете МВД России «О состоянии преступности в России» и учитывалась в графе «мошенничество ст. ст. 159–159.6 УК РФ». Но ежегодное увеличение этих видов преступления с 1917 г. в 1.7–1.9 раза потребовало переключения фокуса внимания управленческих структур МВД России на эту категорию преступлений.

Данная тенденция приобретает особенный характер в условиях пандемии, когда повсеместно внедряются новые информационные технологии, развивается цифровая грамотность; организационные, предпринимательские, образовательные и др. процессы интегрируются в он-лайн режим. Преступники умело встраиваются в новые реалии, активно используют вирусные и «зеркальные» сайты; создают идентичные государственные платформы, предлагая на них различные он-лайн услуги, в том числе нелегальные.

Все это привело к тому, что в общей структуре преступности доля преступлений, совершенных с использованием информационно-телекоммуникационных технологий только в 2020 г. увеличилась по сравнению с 2019 г. почти в два раза, и составила 25%. При этом раскрываемость этих преступлений уменьшилась до 18.6% (22.2% в 2019 г.).

Учитывая реалии ухудшения экономической обстановки в стране и за рубежом, связанные с противоэпидемическими мерами, применяемыми государственными органами для защиты населения от коронавирусной инфекции (остановка деятельности предприятий, изоляция населения, удаленный режим работы и пр.), позитивных изменений в отмеченном тренде в ближайшие годы ожидать не следует.

То есть система органов внутренних дел как система управления перестала отвечать одному из основных кибернетических требований для поддержания своей жизнедеятельности и нормального функционирования – *динамичности*. Динамичность системы управления заключается в том, что органы внутренних дел должны оперативно реагировать на изменение внешней среды (экономической обстановки, состояния преступности) и дезорганизующие воздействия внутри системы, такие как некомплект личного состава, неудовлетворительное состояние служебной дисциплины, недостатки в управлении, низкий уровень квалификации сотрудников.

Таким образом вызовы современного общества требуют существенной перестройки деятельности правоохранительных органов. Большая доля ответственности в решении этой задачи лежит в области управленческих отношений. Следствием наличия в этой области множества нерешенных вопросов является сложившийся за последние пять — семь лет тренд кадрового некомплекта по основным подразделениям деятельности территориальных подразделений: предварительного следствия, дознания, уголовного розыска, участковых уполномоченных. Только по официальной статистике некомплект обозначенных подразделений доходит до 25%, а с учетом больничных листов и того больше.

Остановимся на наиболее весомых причинах сложившейся ситуации.

Прежде всего обращает на себя внимание низкая мотивация большинства сотрудников территориальных подразделений на добросовестный труд и на повышение своего профессионального мастерства и личностного развития. Анализ нормативных документов, регламентирующих управленческие процессы в органах внутренних дел, а также большая практика проведения учебных занятий по профессиональной переподготовке руководителей территориальных органов МВД России на районном уровне, а также сотрудников, включенных в кадровый резерв, позволила выявить основные факторы, способствующие этому. Их следует разделить на два типа: объективные и субъективные.

В качестве объективных факторов следует обозначить прежде всего глобальные перемены, которые претерпело современное общество в связи с активным проникновением инфокоммуникационных технологий практически во все области человеческой деятельности.

Безграничные возможности интернета в сфере доступа к мировым информационным ресурсам привели к тому, что современный человек в большинстве своем во многом трансформировал свои жизненные ценности и соответственно интересы к новым реалиям. При этом следует обратить внимание, что наряду с профессиональными, гендерными, национальными и пр. интересами, объединяющих людей в социальные группы, каждый человек имеет «поколенческий» интерес, на основе которого формируется его способ мышления, а значит технология принятия решения, его поведенческие характеристики. Именно этот интерес подвергся кардинальным изменениям под воздействием так называемого «информационного взрыва».

Вопросы поколенческого интереса достаточно хорошо изучены и результаты опубликованы в 1991 г. американцами Нейлом Хоувом и Вильямом Штрауссом. Они проделали колоссальную работу по изучению повторяющихся «поколенческих» циклов в истории США вплоть до 17 века. В итоге была сформирована теория о циклической смене поколений с повторяющимися ценностями и настроениями. Согласно этой теории механизмом, который создает ценности поколения, его основные интересы, является процесс воздействия главных факторов и событий внешней среды, в которой первые двадцать лет жизни формируется личность человека. Люди одного поколения в большинстве своем имеют одинаковые ценности и интересы, схожие поведенческие характеристики [2].

Можно спорить о научности этой теории, но практический интерес к ней в мире нарастает, особенно в области социального управления.

Согласно ее основным канонам, полный цикл поколений состоит из четырех сменяющих друг друга архетипов. С точки зрения кадрового ресурса деятельности органов внутренних дел представляет интерес поколение Y (1983–2003 г.р.) и поколение Z (2003–2023 г.р.).

Поколение Y, более известное как «поколение миллениумов» сформировалось в условиях окончания «холодной войны», распада СССР, передела мира, появления интернета. Это дало миллениумам ощущение, что нет ничего идеального и вечного. Исходя из этого «миллениумы» не признают какие-либо идеалы, не уважают власть и авторитеты. Это первое поколение, глубоко вовлеченное в цифровые технологии. Интернет-пространство, давшее этому поколению большое количество возможностей для самовыражения, привело к тому, что каждый миллениум начинает чувствовать себя неповторимым и уникальным, не желает довольствоваться малым, считает, что достоин большего.

Хотя ценностями этого поколения являются гражданский долг, мораль и ответственность, им не интересен «длинный» труд с последующим вознаграждением в будущем. Идеалом является возможность быстро и без усилий достичь успеха и денежного благополучия.

«При этом, «миллениумов» отличает готовность к изменениям, возможность выбора, глобальная информированность, техническая грамотность, индивидуализм, стремление учиться в течение всей жизни, неформальность взглядов, поиск простых решений, прагматизм, надежда только на себя»

Представителей поколения Z отличает от миллениумов, то, что они «родились со смартфоном в руках». В отличие от поколения Y цифровые технологии окружают их с самого детства, а интернет является неотъемлемой частью жизни их родителей.

Они технически грамотны, привыкли к доступности любой информации. Ежедневно они путешествуют по миру при помощи интернета, наблюдая разнообразие мира, идеологий, культур и считают, что границы между государствам являются пережитком прошлого. Они уверены в себе и надеются, что окружающий мир: бренды, коллеги, подписчики — помогут им добиться целей, например, открыть свой бизнес [2].

Таким образом, трудно представить, что объективно сложившиеся ценности поколений Y и Z могут быть соизмеримы с ценностями службы в органах внутрен-

них дел, где средний уровень заработной платы приблизился к уровню в гражданском секторе, а далекая перспектива раннего выхода на достаточно высокооплачиваемую пенсию соперничает с реалиями ненормированного рабочего времени, ограничением некоторых прав и свобод гражданина, сложными и запутанными индексами оценки деятельности сотрудника органов внутренних дел.

Сложившаяся ситуация требует новых подходов к организации правоохранительной деятельности, совершенствования кадрового обеспечения, поиска и разработки новых мотивационных механизмов способствующих повышению интереса поколений Y и Z к сфере деятельности органов внутренних дел среди гражданского населения и профессионального мастерства и добросовестного отношения к служебным обязанностям сотрудников территориальных подразделений МВД России.

Рассмотрим основные, наиболее проблемные вопросы управления деятельностью органов внутренних дел, которые являются субъективными факторами, определяющими сложившийся кадровый некомплект.

1. Решение вопросов материального обеспечения в настоящее время по-прежнему стоит достаточно остро, в частности связанное с обеспечением проживания сотрудников в служебных квартирах или с наймом жилых помещений: способ решения этой проблемы в виде выплаты единовременной субсидии на протяжении последних лет мало способствует этому, в связи с незначительным количеством выделяемых средств.

Денежное довольствие сотрудников особенно в низовом звене фактически сравнялось с возможностями в гражданском секторе, а учитывая ряд ограничений, накладываемых на них в связи с прохождением службы, не является интересным для привлечения молодежи и специалистов гражданского сектора на службу в органы внутренних дел.

Повышенные служебные нагрузки, ненормированный рабочий день, эмоциональные перенапряжения и ряд других особенностей службы перестали соответствовать уровню материального обеспечения, позволяющему их компенсировать.

2. Личная ответственность руководителей за действия своих подчиненных даже в неслужебное время, доминирующий авторитарный стиль управления, не терпящий других способов решения задач кроме того, который указывает руководитель, также способствует понижению мотивации сотрудников, особенно в оперативных подразделениях, где поиск возможных способов

решения задач, инициативность, наступательность, желание добиться результата всегда были залогом успеха в работе.

Желание руководителя добиться необходимого результата любой ценой, не принимая в расчет сложившуюся оперативную обстановку, достаточность кадровых ресурсов для решения служебных задач, состояние личного состава, его возможности — часто приводит к управленческому коллапсу. В этих условиях у части сотрудников формируется особое отношение к работе, которое заключается в стремлении получения второстепенных задач, никак не способствующих выполнению основной задачи по выявлению и раскрытию квалифицированных преступлений, в нежелании работать самостоятельно и добиваться результатов, приспособленческому поведению за счет других сотрудников. Все это вкупе с чрезмерной бюрократизацией работы, дополнительным привлечением к выполнению несвойственных подразделению функций создает серьезную дополнительную нагрузку на основной костяк сотрудников подразделений и формирует в нем нездоровый психологический климат.

3. Важным элементом, определяющим мотивацию сотрудников территориальных подразделений на результативный труд, а значит влияющим на сложившийся их некомплект является сложная, непрозрачная, достаточно противоречивая система оценки их деятельности.

Логика оценочного механизма заложена в приказе № 1040 «Вопросы оценки деятельности территориальных органов Министерства внутренних дел Российской Федерации» от 31.12.2013 г. В нем сделана попытка уйти от всеми критикуемой «палочной» системы оценки, когда результаты деятельности территориального подразделения оцениваются по статистическим показателям (количество уголовных дел, направленных в суд, количество административных протоколов и т.п.) и перейти к расчету итогов деятельности в баллах, рассчитанных по достаточно сложному индексу. К сожалению, в основе применяемой индексной оценки лежит принцип сравнения статистического показателя подразделения со средней величиной по региону, хотя и в опосредованной форме.

Здесь имеют место ряд проблем.

Первая — итоговый статистический показатель не всегда отражает количество труда, которое затратило подразделение для решения служебных задач. Оно безусловно зависит от профессиональной компетенции сотрудников, от уровня организации их деятельности. Но не в меньшей степени на результаты их труда влияет величина предельной нагрузки на одного сотрудника,

сложность преступлений, зарегистрированных на курируемой территории, протяженность и рельеф местности, менталитет населения и пр. С учетом этого, оценка труда подразделений по статистическим показателям и последующему сравнению их между собой приводит к нарушению основных принципов управления, а в особо сложных ситуациях — к управленческому коллапсу.

Действительно, при превышении предельного уровня нагрузки на подразделение падает раскрываемость преступлений — розыскные мероприятия ослабевают, уголовные дела приостанавливаются, а следственная работа по ним, по сути, прекращается и т.д. Как следствие, повышается уровень латентной преступности, увеличивается количество слабо обоснованных отказных материалов, случаев укрывательства и нарушения учетно-регистрационной дисциплины.

Сложность преступлений, зарегистрированных на территории подразделения, влияет прежде всего на трудоемкость их раскрытия и расследования, часто требует специальных знаний и сложных экспертиз, большего времени расследования, что слабо отражается в итоговом статистическом показателе.

География местности часто оказывает самое непосредственное воздействие на результаты работы подразделения. Протяженность территории, рельеф местности, наличие дорог с качественным покрытием, отсутствие достаточного количества транспортных ресурсов все это оказывает прямое влияние на результаты работы.

Это далеко не полный перечень всех аспектов деятельности территориальных подразделений по борьбе с преступностью, которые не охвачены официальной статистикой и не анализируются для объективной оценки их деятельности. На этом основании возникает потребность отказаться от алгоритма оценки деятельности подразделений на основе сравнения их между собой по индексу, изложенному в приказе № 1040 «Вопросы оценки деятельности территориальных органов Министерства внутренних дел Российской Федерации» от 31.12.2013 г. и перейти к оценке эффективности деятельности подразделений с учетом отмеченных выше факторов: профессиональной компетенции, уровня управления, сложившейся в отчетном периоде нагрузки, трудоемкости расследования зарегистрированных преступлений, географических особенностей территории, курируемой подразделением.

Для этого необходимо ввести в процедуру оценки норматив, который будет зависеть только от вышеперечисленных факторов и не зависеть от результатов работы других подразделений, как это имеет место

в действующей технологии. Этот норматив можно назвать «пропускной способностью» одного сотрудника подразделения в условиях сложившейся криминогенной обстановки в отчетном периоде. Такой норматив должен актуализироваться каждый отчетный период и включать в себя необходимый уровень профессиональной компетенции, управления, среднюю трудоемкость преступлений, сложность расследования, связанную с особенностями местности и менталитетом населения.

Разработка модели расчета такого норматива требует проведения специальной экспертизы с участием ученых, руководителей подразделений, специалистов по направлениям деятельности.

Например, для следственного подразделения задачей экспертизы является классификация типовых преступлений на обозначенной территории на категории по величине трудоемкости их расследования. В ходе проведенной экспертизы должно быть определено количество категорий и выработаны типовые критерии, на основе которых в дальнейшем каждое преступление, будет отнесено в соответствующую своей трудоемкости категорию. Для каждой категории определяется ориентировочное время расследование преступлений, которое зависит от сложности преступлений, суммарного количества обоснованных следственных действий, сложности самих следственных действий, сложности экспертиз и пр. Отсюда выводится ориентировочное число преступлений данной категории, которое может расследовать один следователь за отчетный период, обладающий при этом необходимой квалификацией и профессиональными качествами с учетом особенностей оперативной обстановки данной территории.

Допустим, в результате проведенной экспертизы сформирована классификационная модель, состоящая из k категорий трудоемкости расследования преступлений. Для каждой категории определена потенциальная возможность (ориентировочная норма) расследования преступлений за отчетный период для одного следователя в количестве: $n_1, n_2, n_3 \dots n_k$ уголовных дел.

Исходя из разработанной классификационной модели и данных статистики о преступлениях, находившихся в производстве подразделения, определяется доля преступлений каждой категории в общем количестве преступлений за отчетный период соответственно: $d_1, d_2, d_3 \dots d_k$.

Тогда пропускную способность (назовем ее Y) можно рассчитать по формуле средневзвешенной величины:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^k d_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^k d_i} \quad (1)$$

Отсюда потенциальная «пропускная способность» Y представляет собой своеобразную норму количества труда, которое должен затратить следователь, обладающий необходимой квалификацией на расследование преступлений с учетом их разной трудоемкости за отчетный период.

Умножив рассчитанную «пропускная способность» Y на количество следователей и разделив полученный результат на количество уголовных дел в производстве подразделения за отчетный период, мы получаем так называемый порог эффективности (2), позволяющий нам оценить результаты деятельности подразделения. Если итоговый результат (статистический показатель) работы подразделения близок или выше порога его эффективности, то оно заслуживает положительной оценки, если ниже — отрицательной. Величина разброса статистических показателей в процентах вокруг порога эффективности может служить основой для рейтинга подразделений.

$$\alpha = \frac{Y \cdot R}{V}, \quad (2)$$

Такой подход позволит повысить мотивацию сотрудников и руководителей подразделений на результативный труд, так как оценка их работы будет определяться только количеством вложенного ими квалифицированного труда и не зависеть от результатов работы сотрудников соседних подразделений и динамики оперативной обстановки.

Действительно, при росте преступлений V в производстве, согласно модели (2) соответственно уменьшается норматив эффективности α , что позволяет подразделению при должной организации и достаточном количестве затраченного профессионального труда сохранить свой реальный уровень эффективности или даже его увеличить. В случае, роста в производстве сегмента сложных трудоемких преступлений уменьшается «пропускная способность» Y , что также ведет к уменьшению норматива эффективности α и реальной возможности подразделению сохранить свой статус-кво.

Таким образом, рассмотренные объективные и субъективные причины устойчивого кадрового некомплекта территориальных подразделений МВД РФ требует соответствующих решений в области кадровой политики, кадровой работы, в области совершенствования информационно-аналитической деятельности органов внутренних дел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минаев В.А. Кадровые ресурсы органов внутренних дел: современные подходы к управлению. Монография. — М.: Академия МВД СССР, 1991.
2. Ожиганова Е.М. Теория поколений Н. Хоуа и В. Штрауса. Возможности практического применения // Бизнес-образование в экономике знаний. Иркутск. 2015. № 1.
3. Попова О.А. Оценка эффективности деятельности правоохранительных органов и качество расследования преступлений // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. С. 1.
4. Рыбак А.В. Новый подход в оценке эффективности деятельности территориальных подразделений МВД России (на примере следственных подразделений) / А.В. Рыбак, К.М. Бондарь // Вестник Воронежского института МВД России. — 2018. № 4.

© Рыбак Александр Владимирович (rybak_2908@mail.ru), Данилов Роман Михайлович (danilovroman@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дальневосточный юридический институт МВД России

МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТАНИЯМИ В КОНСТРУКТОРСКОМ БЮРО

MODELS OF INFORMATION PROCESSES OF TEST MANAGEMENT IN THE DESIGN BUREAU

I. Ryabogina
O. Romashkova
T. Ermakova
S. Chiskidov

Summary. Main stages of operation and processes of data exchange at enterprise during preparation of flight of booster unit are considered. The results of analysis of data preparation method for simulation are presented, the process of improvement is described. Process of modeling on complex bench, process of obtaining and analysis of results is described.

Keywords: information processes, information system modeling, test bench.

Рябогина Ирина Александровна

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)», г. Москва
iren89@bk.ru

Ромашкова Оксана Николаевна

Д.т.н., профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва
ox-rom@yandex.ru

Ермакова Татьяна Николаевна

К.т.н., доцент, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)», г. Москва
ermaktat@bk.ru

Чискидов Сергей Васильевич

К.т.н., доцент, ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Химки (Московская обл.)
chis69@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные этапы работы и процессы обмена данными на предприятии при подготовке полета разгонного блока. Представлены результаты анализа методики подготовки данных для моделирования, описан процесс усовершенствования данной методики. Описан процесс моделирования на комплексном стенде, процесс получения и анализа результатов.

Ключевые слова: информационные процессы, моделирование информационной системы, испытательный стенд.

Введение

Выведение космических аппаратов (КА) на орбиту может осуществляться как прямым способом за счет последовательного срабатывания ступеней ракеты-носителя (РН), так и с использованием дополнительной ступени — разгонного блока (РБ), в общем случае позволяющего реализовывать сложные схемы выведения, которые включают чередование активных и пассивных (баллистических) участков полета, оптимизирующих энергозатраты на выведение КА.

Прямой способ выведения характерен для построения орбит КА с малой высотой полета, а также эллиптических орбит. Простейшим РБ является так называемая апогейная ступень, одноразово срабатывающая в апогее переходной орбиты, сформированной РН.

Существующая проблема автоматизации процессов, связанных с подготовкой к полету РБ и выводу космиче-

ского летательного аппарата на целевую орбиту, осложнена следующими факторами:

- ◆ большим количеством исходных параметров, заданных в полетном задании (ПЗ);
- ◆ многоуровневым моделированием каждого полета на математических и полунатурных стендах;
- ◆ большим количеством оборудования, которое необходимо проверить и для проверки которого необходимо смоделировать соответствующие исходные данные;
- ◆ многочисленными параметрами телеметрии со стендов моделирования, которые нужно анализировать для выявления ошибок в расчетах на этапе подготовки к пуску;
- ◆ большим объемом документации, необходимой для отчетности по каждому конкретному пуску [1].

В процессе подготовки РБ к пуску участвуют несколько отделов, каждый из которых выполняет свои функции



Рис. 1. Схема тестирования ПЗ на различных стендах

ональные задачи. По результатам проделанной работы формируются соответствующие документы, подтверждающие готовность аппарата и РБ к пуску [2].

Многие процессы подготовки, моделирования и анализа уже автоматизированы. Некоторое программное обеспечение (ПО) требует доработки, некоторое — полной замены, а большая часть работы производится вручную. Поэтому целесообразно автоматизировать процесс подготовки и анализа исходных данных на всех этапах работы, а также рассмотреть возможность создания единой информационной системы (ИС) с базой данных для хранения, распространения и обработки информации и документации.

Для разработки специализированной ИС необходимо выполнить все этапы проектирования, а также оценить возможность автоматизации формирования базы исходных данных для ИС.

Проблеме автоматизации процессов управления, связанных с подготовкой к полету разгонного блока, посвящена данная работа.

Основные этапы испытаний разгонного блока в конструкторском бюро

Рассмотрим основные этапы испытаний и процессы управления обменом данными на предприятии при подготовке полета разгонного блока.

В формировании ПЗ, которое содержит в себе основные данные для реализации выведения КА на целевую орбиту, участвуют несколько предприятий, каждое из которых отвечает за свой раздел.

После составления полетного задания для конкретного пуска, начинается подготовка исходных данных для моделирования полета на различных стендах [3].

Комплексная отработка и испытания на моделирующих стендах производятся с целью:

1. Выявления возможных ошибок, внесенных в бортовое ПО или ПЗ в процессе их формирования;
2. Аттестации работоспособности и качества работы бортового ПО и ПЗ в различных условиях полета;
3. Проведения оценок точности построения целевой орбиты и величин расхода топлива в ходе выполнения циклограммы выведения [4].

На рисунке 1 представлена схема тестирования ПЗ на различных стендах, выходные данные и их обработка без учета разработанного ПО.

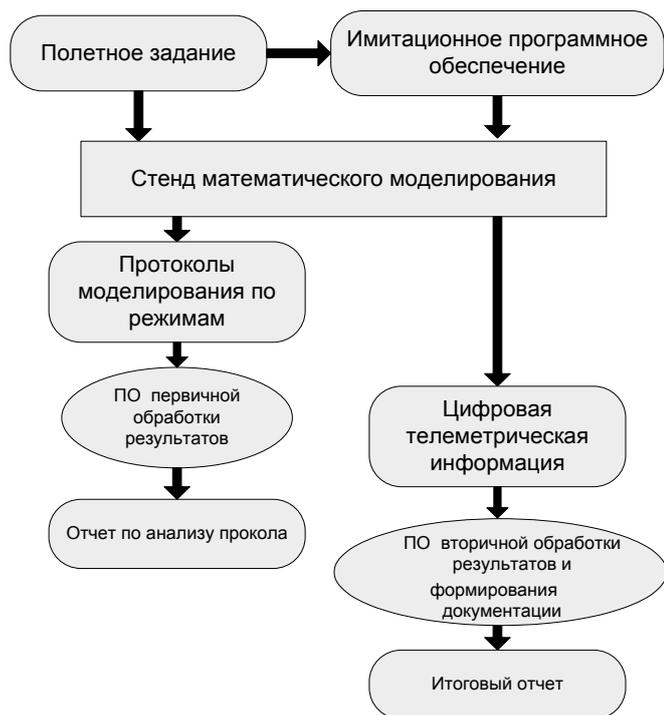


Рис. 2. Схема потоков данных при моделировании информационных процессов на математическом стенде

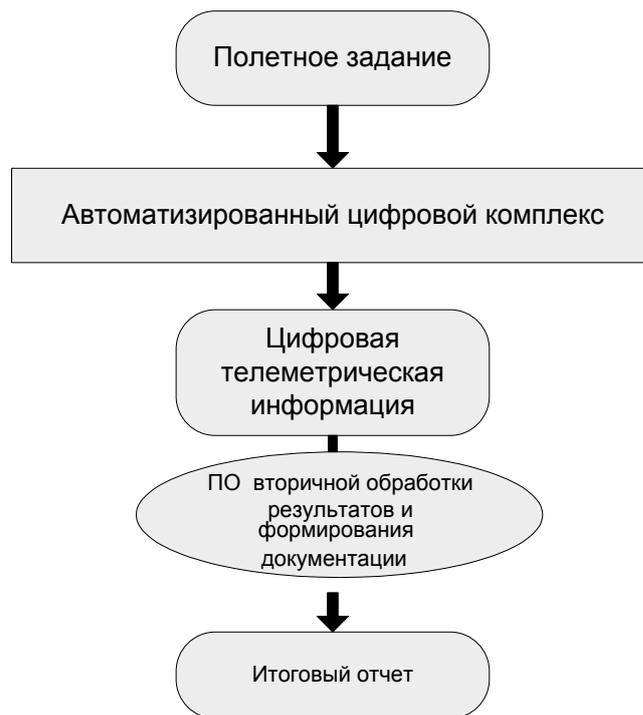


Рис. 3. Схема потоков данных при моделировании информационных процессов в автоматизированном цифровом комплексе

Стенды можно разделить на следующие группы:

1. Стенды математического моделирования (рисунок 2) на базе персональных ЭВМ, с помощью которых производятся испытания бортового ПО системы управления (СУ) в замкнутом контуре с имитацией внешней среды в ускоренном масштабе времени;
2. Стенды полунатурного моделирования на базе реальной бортовой цифровой вычислительной системы и персональных ЭВМ, с помощью которых производятся испытания бортового ПО с реальным бортовым вычислителем в замкнутом контуре с имитацией внешней среды в реальном масштабе времени (рисунок 3);
3. Комплексные стенды (рисунок 4), на которых производятся испытания аппаратуры и ПО СУ в незамкнутом контуре в реальном масштабе времени;
4. Стенд X (рисунок 5), на котором производятся испытания с реальным РБ [5].

Комплексный стенд

Для проведения испытаний на комплексном стенде необходимы следующие входные данные:

1. Версия ПО, которая формируется из ПЗ и файла данных имитации полета (ФДИП);
2. Файл настройки имитации полета (ФНИП).

На комплексных стендах моделирование полета происходит в реальном времени, в течение двадцати часов. Поэтому для проверки ПЗ, ФДИПа и ФНИПа была разработана программа сокращенного полета, которая проверяет соответствие времен выдачи команд различных процессов, содержащихся в соответствующих файлах. Также для ускорения процесса разработано ПО автоматического формирования ФДИП и ФНИП по данным из разделов ПЗ [6].

Формирование файла данных имитации полета

ФДИП формируется по данным ПЗ и представляет собой последовательность команд, которая выдается на бортовую СУ, как реакция на достижение того или иного состояния РБ в полете.

Методика формирования файла заключалась в том, что последовательно, исходя из логики полета, производился расчет времени и команда, выдаваемая в это время, записывалась в файл [7].

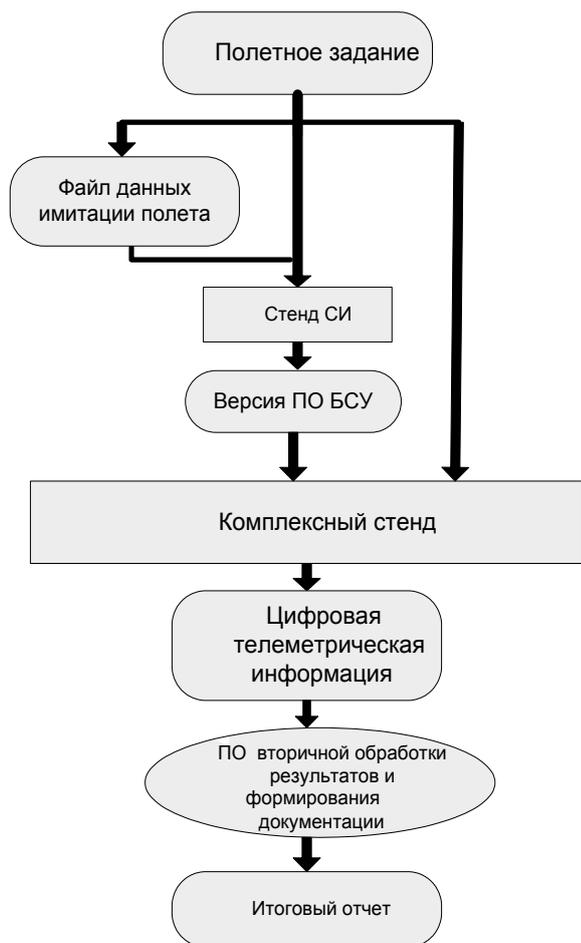


Рис. 4. Схема потоков данных при моделировании на комплексном стенде

ПО для формирования ФДИП было написано на языке Fortran и представляло собой несколько программных модулей, работающих независимо друг от друга, и подключаемых в определенный момент времени. В начале работы программы запускался счетчик тактов, и в нужный момент генерировались соответствующие команды. После анализа ФДИП, сформированных старым ПО, можно было определить, что последовательность изменения по времени значений команд имеет определенную закономерность. Для каждого отдельного фрагмента файла можно определить время начала, время окончания и точную последовательность изменения команд. В результате, было разработано новое ПО с другим принципом формирования данных.

Новая методика формирования ФДИП

После анализа структуры файла можно разделить ФДИП на несколько составных частей, повторяющихся в зависимости от данных из ПЗ.

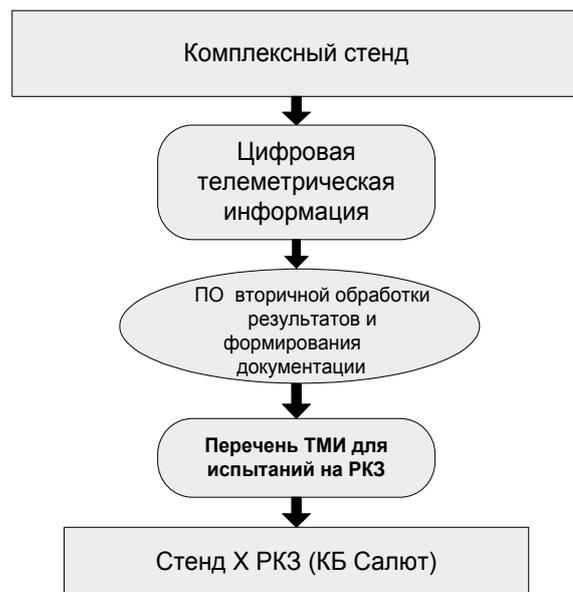


Рис. 5. Схема потоков данных при моделировании на Стенде X РКЗ

Можно выделить две основные составляющие части полета — это активные (рисунок 6) и пассивные (рисунок 7) участки. Частные циклограммы и их реализации принципиально отличаются друг от друга.

Активные участки включают в себя следующие частные циклограммы:

1. Циклограмму включения маршевого двигателя (МД) — в данной циклограмме отражены моменты начала поджатия топлива в топливных баках, выдачи временных меток, обозначающих начало активного участка и включения МД. Значения соответствующих моментов времени заданы в ПЗ.
2. Циклограмму № 1, которая является имитацией управления рулевыми приводами МД на активных участках и включает в себя формирование сигналов отклонения приводов по тангажу и рысканию. Циклограмма № 1 задействуется через 5 секунд после формирования команды на включение маршевого двигателя. Причем на четных маневрах последовательность формирования



Рис. 6. Структура любого активного участка полета

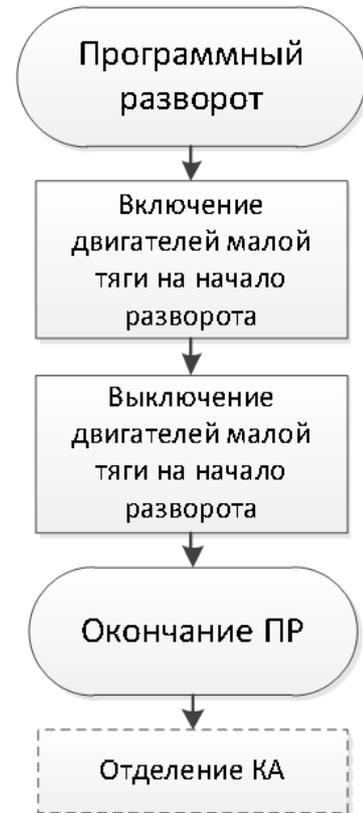


Рис. 7. Структура любого пассивного участка

сигналов по каналам управления меняется местами.

3. Циклограмму выключения МД — в ней отражены моменты выдачи временных меток окончания активного участка и выключения МД [8].

Пассивные участки включают в себя следующие частные циклограммы:

1. Циклограмму № 2, которая используется на пассивном участке и имитирует стабилизацию по трем каналам при различных вариантах включения двигателей малой тяги (ДМТ). Эта циклограмма задействуется через 460 тактов после

окончания первого маневра и после сброса дополнительного топливного бака (ДТБ).

2. Циклограмму № 3, которая используется для контроля отработки ДМТ на пассивном участке управляющих сигналов типа «гребенка» и подключается один раз после первого завершения циклограммы № 2.
3. Циклограмму отделения (ДТБ) — в данном алгоритме выдаются следующие команды: предварительная команда для отделения ДТБ, признак готовности к отделению ДТБ, признак расстыковки электросоединителей. Времена формирования команд заданы в ПЗ.

4. Циклограммы № 4, № 5, № 6 — отражают этапы выполнения типовых программ разворота на пассивных участках полета и подключаются в следующие моменты:
- ◆ циклограмма № 4 — в момент начала типовой программы разворота, заданного по ПЗ;
 - ◆ циклограмма № 5 — в момент завершения разворота, заданный по ПЗ;
 - ◆ циклограмма № 6 — в момент достижения конца типовой программы разворота.

При длительности сохранения постоянного уровня сигналов управления рулевым приводом и неизменности команд включения/выключения ДМТ на уровне 150 тактов продолжительность циклограмм 1, 2, 3 равна соответственно 85 с, 95 с, 30 с, а циклограмм 4, 5, 6 по 5 секунд.

Если этапы типовых программ разворота, определяемые циклограммами 4, 5, 6, находятся в пределах выполнения циклограмм 2, 3, приоритет имеют циклограммы 2, 3 и соответствующие циклограммы не используются.

Если циклограмма 5 попадает в область циклограммы 6, то циклограмма 5 не используется.

Если циклограммы 5, 6 попадают в область блокировки управления двигателями малой тяги (например, накладываются на момент формирования команд на отделение КА), то циклограммы 5, 6 не используются.

5. Циклограмму отделения КА.

Отделение КА может осуществляться либо непосредственно после последнего выключения МД (в ориентации, полученной на момент выключения МД), либо после выполнения разворотов, обеспечивающих приведение РБ в заданную ориентацию, а также закрутку КА. Все характеристики операции отделения КА задаются в ПЗ [9].

Алгоритмы могут повторяться в зависимости от состава типовых полетных операций (ТПО), заданных в ПЗ.

Новая методика формирования ФДИП ориентирована на активные и пассивные участки в отдельности. Сначала работа по расчету времен производится только для активных участков, и записываются соответствующие данные, затем производится расчет времен выдачи команд на пассивных участках. Имея все необходимые

данные неструктурированного вида, используя метод сортировки (по времени), мы получаем готовый файл, который содержит всю необходимую информацию и удовлетворяет логике полета.

Файл настройки имитации полета

ФНИП предназначен для обеспечения комплексных испытаний, имитирует команды смежных систем через ИСС-4, проводит контроль выполнения событий имитации полета.

Формирование ФНИП производилось вручную по данным ПЗ и ФДИП. Рассчитывались времена выдачи соответствующих команд. Особенность файла настройки заключается в том, что в нем фиксируются только нужные для имитации на комплексном стенде события. Время рассчитывается как среднее арифметическое между предыдущим и последующим событием. Таким образом, файл настройки определяет временной промежуток, в который должны быть зафиксированы изменения на аппаратуре комплексного стенда. Помимо времен и названий ТПО, файл настройки также содержит маски, которые определяют, какие слова, содержащиеся в кадре бортовой цифровой вычислительной системы, проверяются в данный момент.

Методика

формирования ФНИП заключалась в том, что сотрудники вручную с помощью калькулятора вычисляли по данным ПЗ и временам, взятым из файла данных имитации полета, временные промежутки, в которые происходят события, и по кадрам выставляли маски. Новое ПО разработано на основе методики формирования ФДИП с отличием в числе участков полета, которые необходимо отразить в файле и в принципе расчета времени.

Заключение

Авторами рассмотрены главные стадии деятельности и процессы обмена данными в организации в процессе подготовки полета разгонного блока. Получена оценка методики подготовки данных для моделирования и дана характеристика процесса модернизации существующей методики. Дано описание информационных процессов моделирования, получения и анализа результатов на комплексном стенде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелов Г.В., Ромашкова О.Н., Чан Т.А. Качество управления речевым трафиком в телекоммуникационных сетях // Москва, Радио и связь. 2001.
2. Ермакова Т.Н., Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А. Модернизированная структура управления образовательной системой // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 6 (79). С. 84–91.

3. Кондратьева Л.А., Ромашкова О.Н. Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. М.: Маршрут, 2003. — 52 с.
4. Gaidamaka Y.V., Romashkova O.N., Ponomareva L.A., Vasilyuk I.P. Application of information technology for the analysis of the rating of university // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings 8. Сер. "ITMM 2018 — Proceedings of the Selected Papers of the 8th International Conference "Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems"". 2018. С. 46–53.
5. Romashkova O.N., Ponomareva L.A., Chiskidov S.V. Instrumental implementation of the educational process model to improve the rating of the universities // CEUR Workshop Proceedings 8. Сер. "ITMM 2019 — Proceedings of the Selected Papers of the 8th International Conference "Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems"". 2019. С. 92–101.
6. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Повышение эффективности управления информационными потоками в образовательном комплексе // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 57. С. 82–87.
7. Romashkova O.N., Belyakova A.V., Ponomareva L.A. Information model of data management in network online educational systems // В сборнике: Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021. 2021. С. 2226–2229.
8. Ромашкова О.Н., Фролов П.А. Технология расчета показателей прибыли и рентабельности в коммерческой организации // Фундаментальные исследования. 2016. № 4–1. С. 102–106.
9. Romashkova O.N., Lomovtsev R.S., Ponomareva L.A. Automation of data storage structures intelligent generation about the activities of educational organizations // В сборнике: Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021. 2021. С. 2230–2234.

© Рябогина Ирина Александровна (iren89@bk.ru), Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru),

Ермакова Татьяна Николаевна (ermaktat@bk.ru), Чискидов Сергей Васильевич (chis69@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский городской педагогический университет

РЕАЛИЗАЦИЯ КАНАЛА УТЕЧКИ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ЗА СЧЕТ ВЧ ОБЛУЧЕНИЯ

IMPLEMENTATION OF CONFIDENTIAL INFORMATION LEAKAGE CHANNEL DUE TO HF IRRADIATION

S. Smirnov
S. Ryzhikov
I. Agureev

Summary. The article discusses the options for the implementation of channels of leakage of confidential information from technical means by organizing an active attack, providing for their high-frequency irradiation. The purpose of this work is to show the feasibility of this approach and to assess the conditions for carrying out an attack.

Keywords: channel of confidential information leakage, high-frequency irradiation, modulator, reflected signal.

Смирнов Сергей Николаевич

Д.т.н., профессор, МГТУ имени Н.Э. Баумана
smirnovsn@bmstu.ru

Рыжиков Сергей Сергеевич

К.т.н., с.н.с., доцент, НИУ «МЭИ»
ryzhikovss@mpei.ru

Агуреев Иван Александрович

НИУ «МЭИ»
agureev.ivan@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрены варианты реализации каналов утечки конфиденциальной информации из различных технических средств путем организации активной атаки, предусматривающей их высокочастотное облучение. Цель данной работы — показать реализуемость данного подхода и оценить условия осуществления атаки.

Ключевые слова: канал утечки конфиденциальной информации, высокочастотное облучение, модулятор, отраженный сигнал.

Введение

В связи с нарастающим переходом во всех сферах деятельности к электронному документообороту все больше конфиденциальной информации (КИ) обрабатывается в цифровом виде различными техническими средствами (ТС). При обработке информации в ТС неизменно образуется побочное электромагнитное излучение (ПЭМИ), перехват которого злоумышленником делает возможным раскрытие КИ без прямого доступа к обрабатываемому устройству.

Перехват ПЭМИ следует рассматривать как пассивную атаку, выполняемую путем приема и последующей обработки параметров электромагнитного излучения, исходящего от целевого устройства. Впечатляющие результаты возможности восстановления изображения за счет перехвата излучений от планшета представлены в [1].

Еще один риск утечки КИ связан с возможными активными атаками ТС, на которые воздействуют внешним электромагнитным излучением, т.е. за счет высокочастотного облучения (ВЧО). Необходимым условием успешной реализации подобных атак является наличие в атакуемом ТС заранее внедренной схемы — радиочастотного отражателя-модулятора (РОМ). В иностранной

литературе данная атака обозначается аббревиатурой — RFRA (Radio-frequency Retroreflector Attack).

Реализация активной атаки

Сценарии установки РОМ в технические средства рассмотрены в [2]. Вместо специальной антенны могут использоваться защитные оплетки кабеля, соединительные кабели, печатные проводники, которые исполняют роль непреднамеренной приемно-передающей антенны. В [2, 5, 6] в качестве РОМ рассматривается (рис. 1) сборка на основе полевого транзистора, который нагружен на кабель (как вариант на печатные проводники), используемый в качестве дипольной антенны.

Принцип утечки информации с использованием РОМ представлен на рис. 2. Атакующий облучает ТС, в которое внедрен РОМ, высокочастотным излучением определенной частоты, которая индуцирует в кабеле, выполняющем роль дипольной антенны, сигнал $S_C(t)$.

Полевой транзистор осуществляет модуляцию введенного в кабеле сигнала $S_C(t)$ информационной последовательностью $S_{BB}(t)$, подаваемой на затвор транзистора. В результате в кабеле начинает протекать ток $S_{AM}(t)$, модулированный по величине целевым информа-

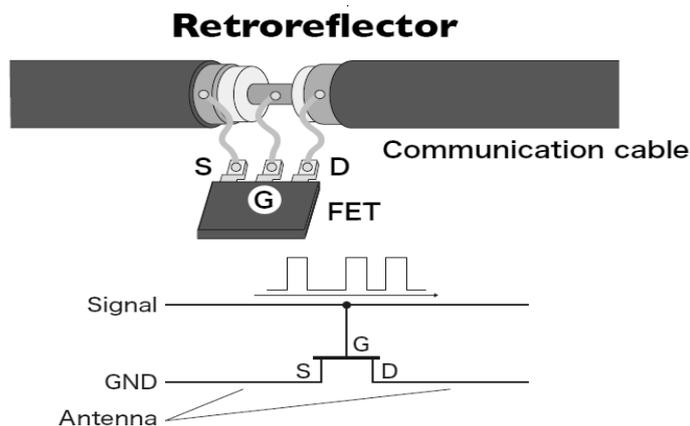


Рис. 1. Вариант применения полевого транзистора в качестве модулятора

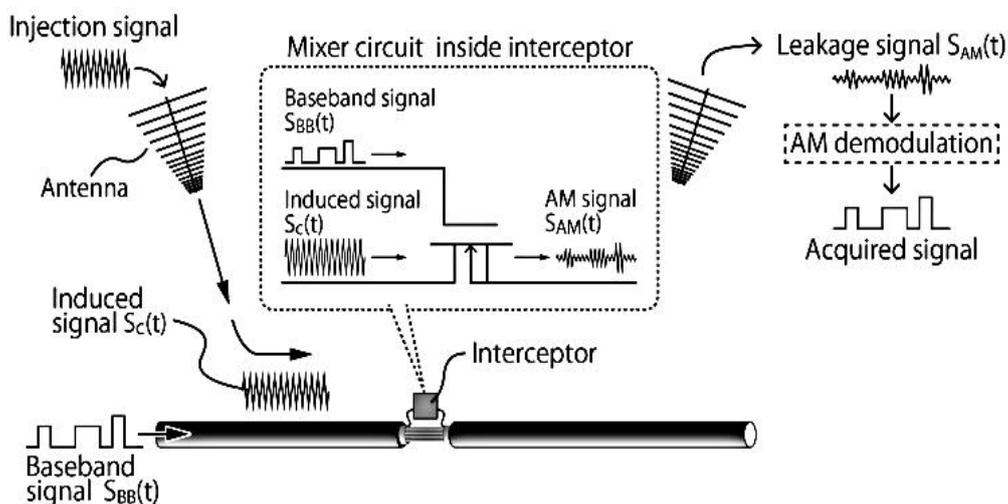


Рис. 2. Принцип утечки информации с использованием POM

ционным сигналом $S_{BB}(t)$. Наведенный AM сигнал $S_{AM}(t)$ излучается дипольной антенной в эфир. Атакующий демодулирует принятый сигнал AM и восстанавливает исходный целевой сигнал.

Уровень переизлученного сигнала $S_{AM}(t)$ и, следовательно, дальность реализуемой атаки, пропорциональна интенсивности внешнего электромагнитного облучения, которое определяет величину наведенного сигнала $S_C(t)$, а также кратностью совпадения частоты облучения и резонансной частоты непреднамеренной антенны. Резонансные частоты непреднамеренной антенны определяются ее физической структурой, длиной и комплексным сопротивлением.

Следовательно, дальность атаки может быть увеличена путем соблюдения вышеуказанных факторов в пре-

делах рабочего диапазона полевого транзистора, на котором реализован POM.

1. Активная атака на VGA-монитор

Кабель VGA и монитор являются типичными средами для передачи и вывода информации в компьютерной системе. Большинство современных мониторов используют метод генерации видеоизображения с помощью построения развертки. Яркости пикселей в линии развертки являются функциями напряжения графического сигнала. Любой цвет представляет собой визуальную смесь различных уровней яркости 3 основных цветов RGB.

Для работы с текстовыми документами используются два цвета: черный (текст) и белый (фон). Черный и белый

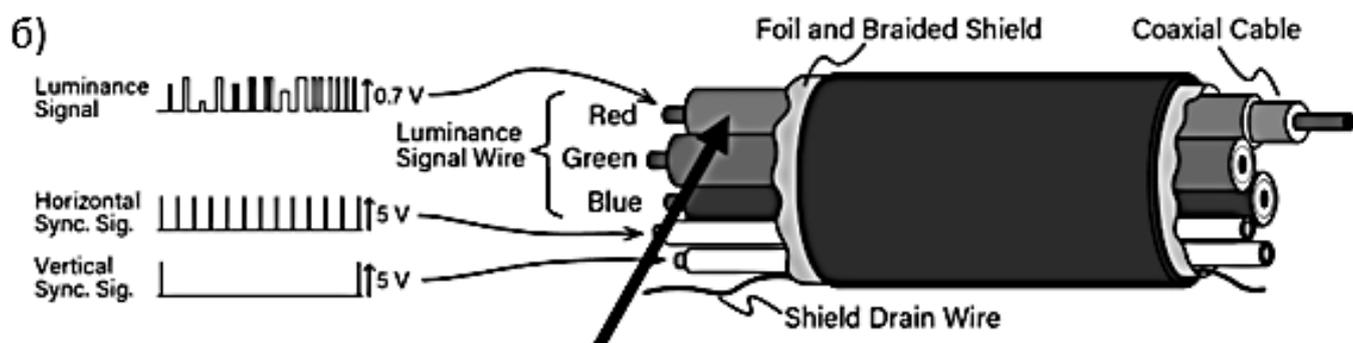
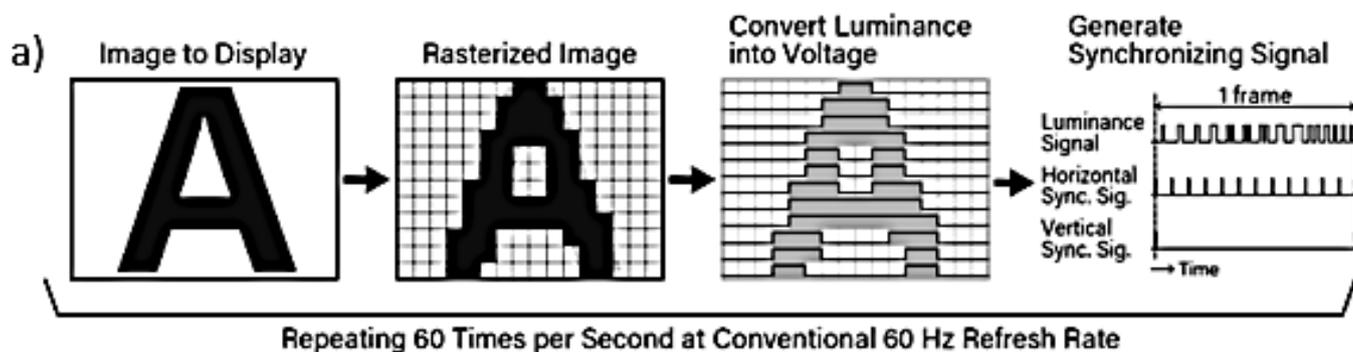


Рис. 3. Организация трансляции сигналов по VGA кабелю

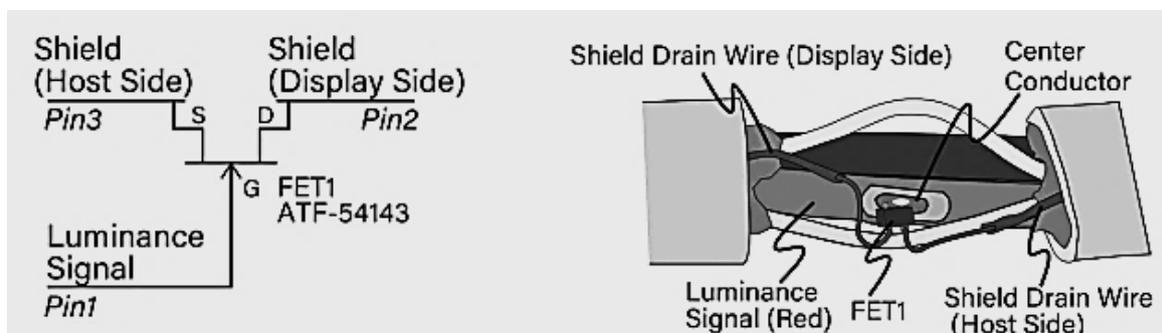


Рис. 4. Схема реализации РОМ и схема подключения на канал управления красным цветом

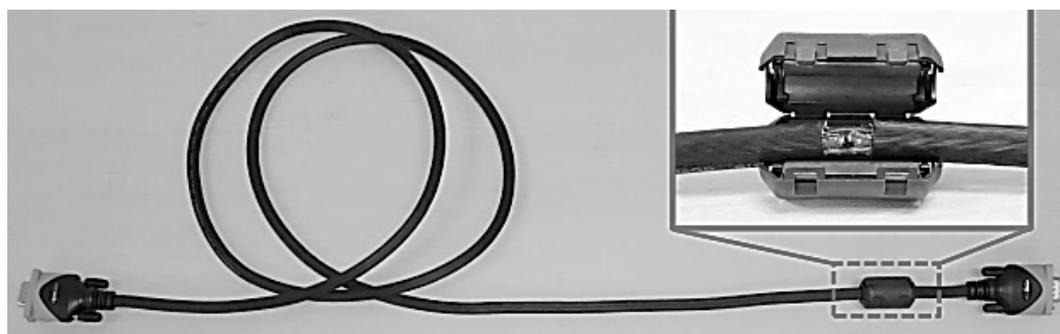


Рис. 5. Возможное место установки РОМ

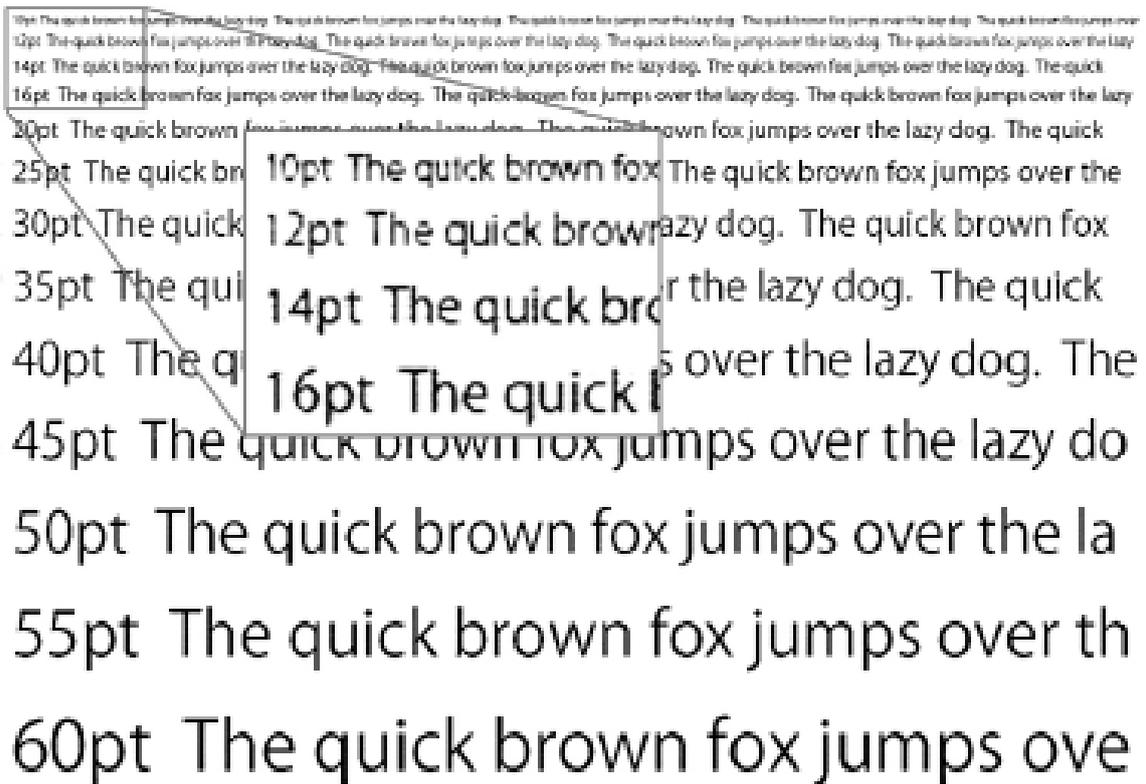


Рис. 6. Восстановленное изображение с экрана монитора

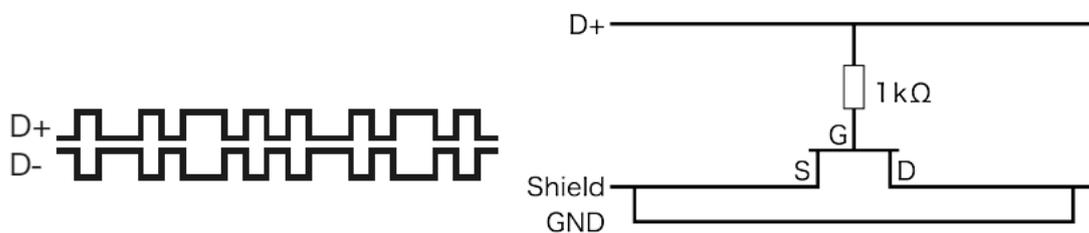


Рис. 7. 1-й вариант подключения POM в USB-кабель

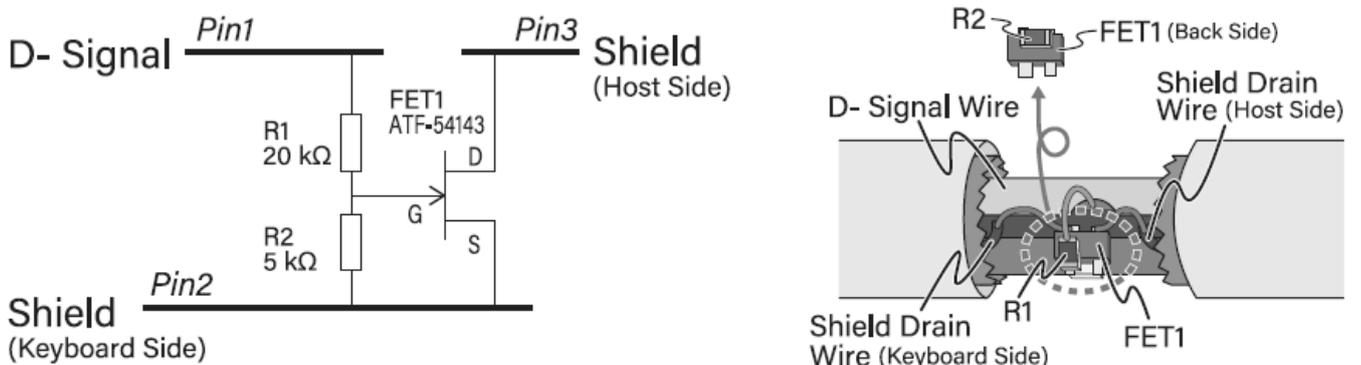


Рис. 8. 2-й вариант подключения POM в USB-кабель

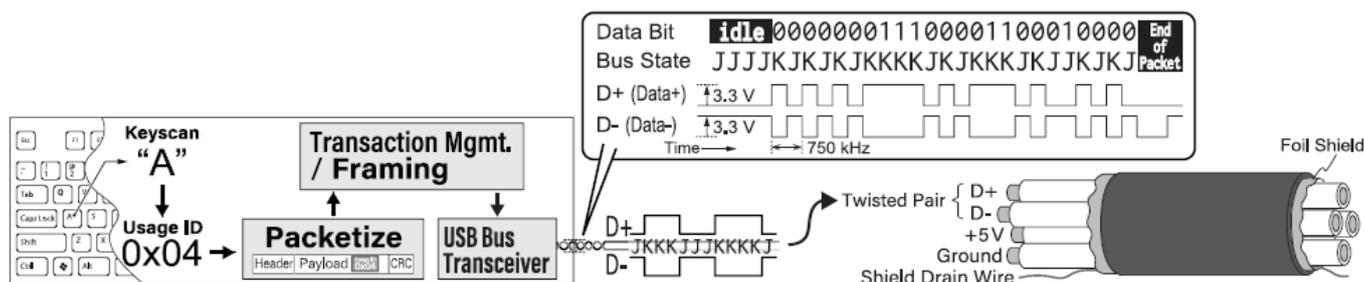


Рис. 9. Сигналы связи клавиатуры USB

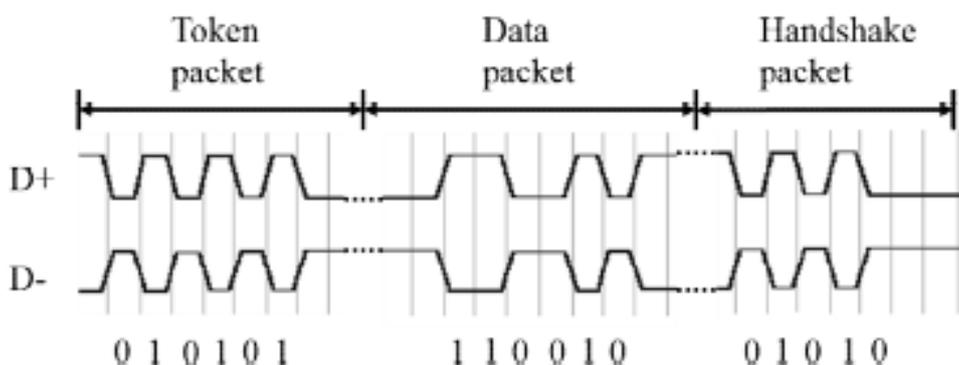


Рис. 10. Протокол USB-клавиатуры

цвета на экране монитора образуются следующими комбинациями: Black = 0+0+0 и White = $R_{max} + G_{max} + B_{max}$. Таким образом, получить информацию, отображаемую на экране, возможно реализовав перехват только одного сигнала, например, красного (рис. 3). Сигнал горизонтальной синхронизации HSYNC и сигнал вертикальной синхронизации VSYNC имеют свои каналы управления в кабеле VGA (рис. 3б), и они не передаются с цветным сигналом.

Отсутствие синхронизации может привести к визуальным артефактам в восстановленном изображении, включая повторение (из-за вертикальной синхронизации) и разрыв (из-за горизонтальной синхронизации). Тем не менее, можно восстановить сигнал горизонтальной синхронизации и сигнал вертикальной синхронизации из канала управления цветом, используя определенные алгоритмы синхронизации [7, 8].

Принципиальная схема POM и схема подключения на канал управления красным цветом для аналогового видеосигнала RGB на кабеле VGA показаны на рис. 4, а одно из возможных мест установки — на рис. 5. [2, 9]

Контакт Pin1 (рис. 4) подключен к проводнику коаксиального кабеля, который передает красный сигнал ярко-

сти, контакт Pin2 подключен к защитному экрану кабеля VGA в сторону дисплея, а контакт Pin3 — к защитному экрану в сторону ПК. Амплитудно-модулированные сигналы утечки об информации в канале управления красным цветом генерируются путем умножения высокочастотных сигналов, наведенных между контактами Pin2 и Pin3 за счет ВЧО, на сигнал изменения яркости в красном канале (Pin1). Кабель VGA в данном случае выступает непреднамеренной дипольной антенной. С помощью АМ-демодуляции принятого переотраженного сигнала можно получить информацию об изменении яркости в канале управления красным цветом и восстановить изображение, транслируемое на экран атакуемого монитора.

Восстановленное изображение, полученное в результате атаки с расстояния 5 м, представлено на рис. 6. [2]

2. Активная атака на USB-клавиатуру

Кабель USB содержит четыре экранированных провода: VBUS (питание), GND (земля), D+ и D- (сигнальные линии для передачи дифференциальных, т.е. в противофазе, сигналов). Дифференциальная передача сиг-

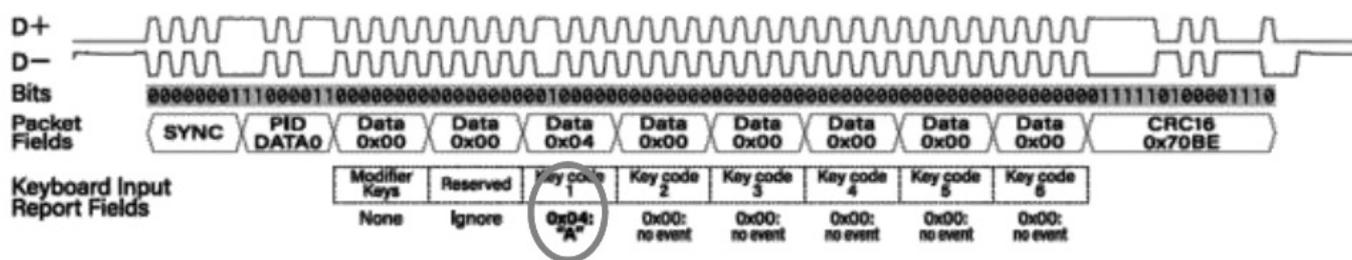


Рис. 11. Пакетный формат USB-клавиатуры

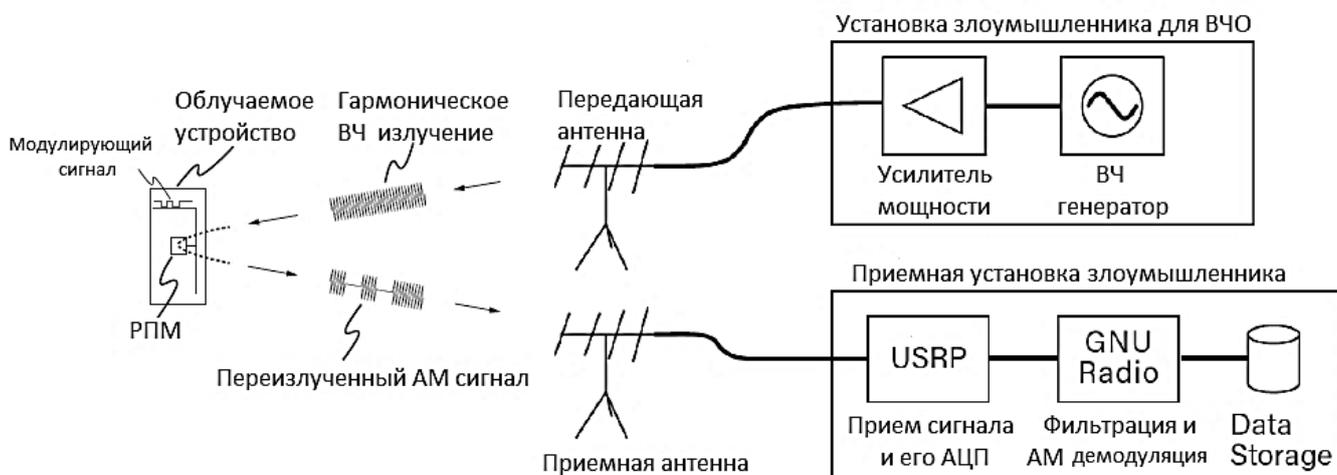


Рис. 12. Функциональная схема для реализации активной атаки с использованием POM.

нала позволяет обеспечить помехоустойчивость передаваемых данных. Для организации активной атаки на USB-клавиатуру достаточно установки POM в одну из двух сигнальных линий, D+ или D-. В [10] рассматривается установка POM на линию D+ (рис. 7), а в [6] — на линию D- (рис. 8).

В USB интерфейсе определяющая роль отведена хосту, который начинает все транзакции. Хост периодически отправляет запрос «IN», опрашивая клавиатуру для «поддержания активности» и не давая ей уходить в «спящий» режим. Если на клавиатуре нажата какая-либо клавиша, клавиатура вернет эту информацию на хост компьютера.

На рисунке 9 показан процесс ввода информации о нажатой на клавиатуре клавише «А» и схема передаваемых сигналов связи.

Первый пакет (Token packet) содержит информацию (рис. 10) об устройстве USB, подключенном к персональ-

ному компьютеру. Следующий пакет (Data packet) несет полезную нагрузку, за которым идет завершающий пакет (Handshake packet), сообщающий о том, что данные были приняты успешно, или конечная точка (endpoint) остановлена (stalled) или недоступна для принятия данных.

Двоичный код сканирования, содержащий информацию о нажатой клавише, занимает определенные позиции в пакете данных (рис. 11). [2]

После приема и AM-демодуляции переотраженного сигнала от POM злоумышленник восстанавливает двоичную последовательность, обнаруживает преамбулу и декодирует двоичные данные с целью восстановления комбинации, соответствующей нажатой клавише.

3. Сбор информации

Реализация активных атак на VGA-монитор и USB-клавиатуру может быть реализована (при условии заранее

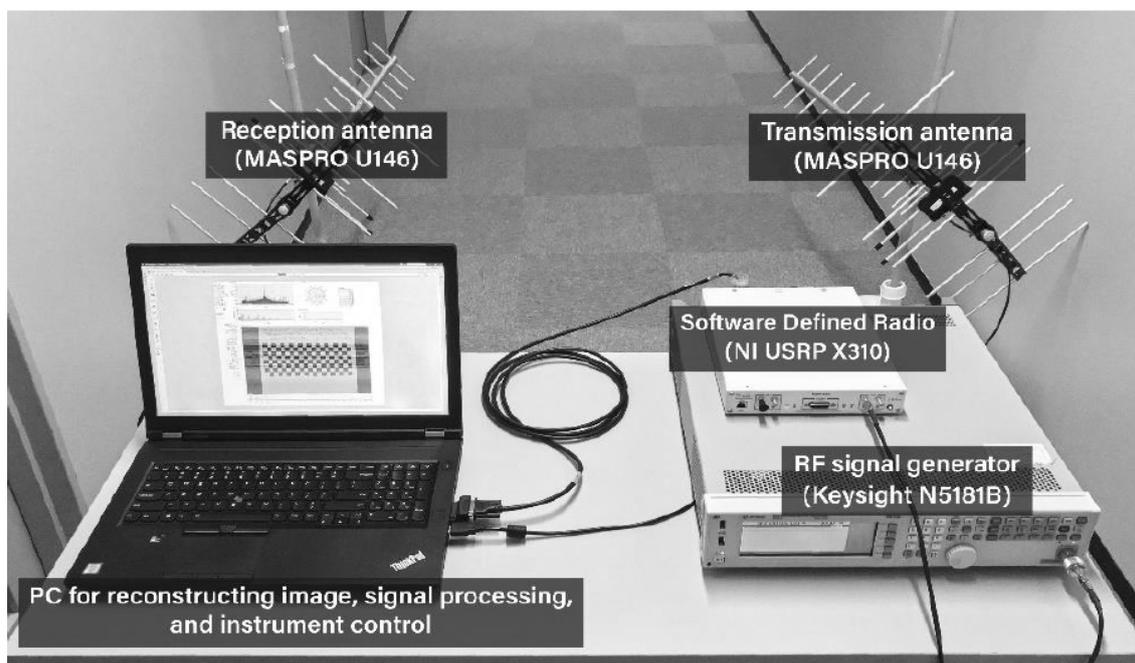


Рис. 13. Внешний вид оборудования для реализации активной атаки

встроенного ПОМ) при помощи установки, функциональная схема которой представлена на рис. 12.

Атакующая часть установки злоумышленника состоит из генератора высокочастотных сигналов, усилителя мощности и передающей антенны. Генератор сигналов позволяет генерировать синусоидальное колебание необходимой частоты, совпадающее с резонансной частотой непреднамеренной антенны, на которую нагружен ПОМ. Для успешной атаки значение частоты облучения может быть подстроено под одно из резонансных значений для непреднамеренной антенны облучаемого ТС. Генерируемый синусоидальный сигнал усиливается усилителем мощности с возможностью регулировки величины выходного сигнала и транслируется в передающую антенну. Направленная передающая антенна ориентирована таким образом, чтобы облучаемое ТС находилось в максимуме диаграммы направленности.

В соответствие с описанным ранее механизмом утечки информации с использованием ПОМ непреднамеренная антенна облучаемого ТС излучает АМ сигнал, модулированный целевым информационным сигналом утечки.

Приемная часть установки злоумышленника содержит приемную антенну, настраиваемую радиоплатформу SDR (Software-defined radio), выдающую уже демодулированный сигнал, и ПК, обеспечивающий его дальнейшую обработку.

В [9] рассматривается установка злоумышленника для проведения активных атак (рис. 13) на базе следующего оборудования:

- ◆ приемная и передающая антенны — MASPRO U146 (коэффициент усиления 8~12.4 dB);
- ◆ генератор ВЧ сигналов Keysight N5181B (диапазон частот 9 кГц — 6 ГГц, выходная мощность на частоте 1 ГГц –144...+26 дБм);
- ◆ усилитель мощности R&K A000110–4040-R (диапазон частот 1–1000 МГц, коэффициент усиления +40 dB);
- ◆ SDR радиоплатформы Ettus USRP X310 (диапазон частот сигналов от постоянного тока до 6 ГГц, частота оцифровки АЦП — 200 МВ/с, разрешение АЦП — 14 бит);
- ◆ программное обеспечение SDR радиоплатформы — GNU Radio 3.7.12.

Реализуемость активной атаки на ТС, в которые внедрен ПОМ, определяется следующими факторами:

- ◆ частота гармонического сигнала, используемого для ВЧО технического средства, соответствует резонансной частоте составной коммуникационной линии, состоящей из интерфейсного кабеля и проводников на печатной плате, которая выступает как непреднамеренная антенна;
- ◆ мощность сигнала ВЧО позволяет формировать уровень переотраженного сигнала, достаточный для его приема с уровнем ошибок, не превышающим заданный порог;

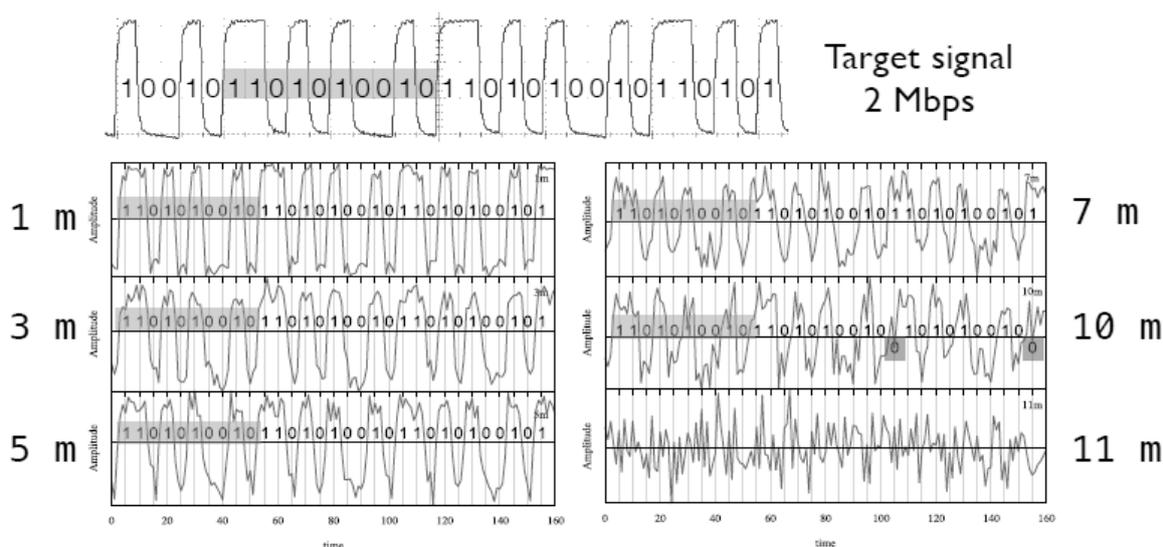


Рис. 14. Зависимость формы переотраженного сигнала от расстояния до атакуемого ТС

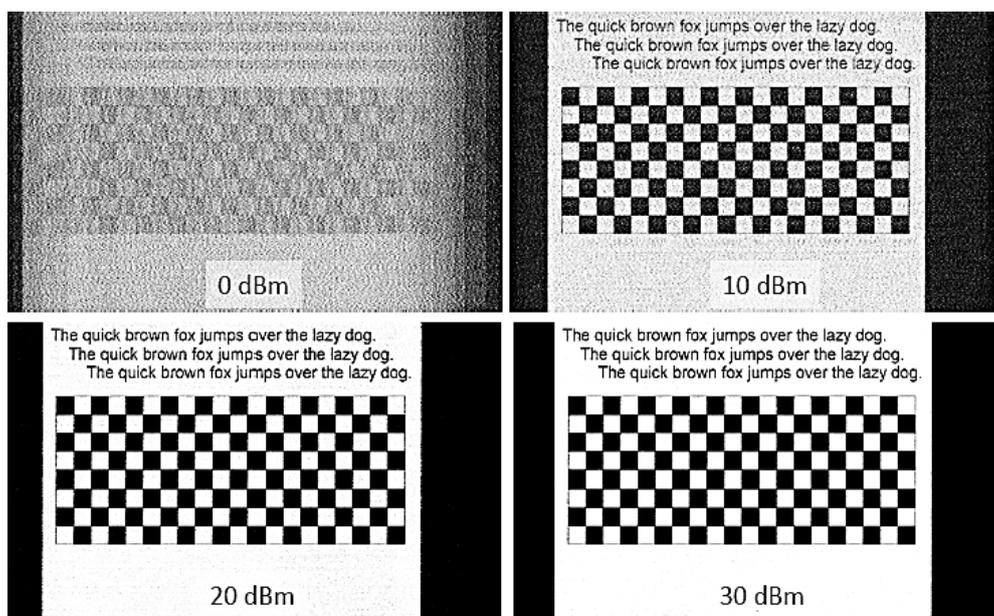


Рис. 15. Зависимость качества сигнала от мощности ВЧО

- ♦ частота модулирующего сигнала данных не превышает рабочей частоты активного элемента, на котором выполнен ПОМ;
- ♦ быстродействие АЦП, применяемой SDR радиоплатформы, позволяет реализовать прямую или полосовую дискретизацию переизлученного сигнала.

Быстродействие АЦП современных SDR радиоплатформ составляет несколько сотен Мвыб/с при разрядности до 12–14 бит, что позволяет при обработке сигнала

лов с частотами, не превышающими несколько десятков МГц, использовать классический принцип дискретизации в соответствии с теоремой Котельникова. При этом оцифровке подвергается диапазон частот от постоянной составляющей до половины частоты дискретизации, и на входе АЦП достаточно использовать ФНЧ для защиты от наложения спектров.

Для высокочастотных сигналов используется полосовая дискретизация (under sampling), которая позволяет обойти ограничение, накладываемое теоремой Котель-

никова (частота выборок должна быть как минимум в два раза больше верхней частоты в спектре дискретизируемого сигнала) для обработки узкополосных сигналов, у которых ширина спектра много меньше абсолютного значения центральной частоты. Этому условию соответствуют практически все радиосигналы. В этом случае теорема Котельникова звучит следующим образом: для сохранения информации о сигнале частота его дискретизации должна быть равной или большей, чем удвоенная ширина его полосы. Математически условие, которое должна выполнять частота дискретизации, описывается выражением:

$$(2fc-B)/m \geq f_s \geq (2fc+B)/m+1$$

где: f_c — центральная частота в спектре сигнала; f_s — частота дискретизации; B — ширина спектра сигнала; m — произвольное целое число, выбираемое таким образом, чтобы выполнялось соотношение $f_s \geq 2B$.

При полосовой дискретизации оцифровке подвергается не вся полоса частот, а лишь небольшая ее часть. При этом для защиты от наложения спектра необходимо использовать полосовые аналоговые фильтры. Стоит также отметить, что полосовая дискретизация позволяет одновременно с оцифровкой сигнала произвести перенос его спектра на низкую частоту.

В обоих случаях на входе преобразователя необходимо использовать аналоговые фильтры для защиты от наложения спектра. При этом, чем выше частота дискретизации, тем менее жесткие требования предъявляются к аналоговому фильтру. На практике разработчики стараются обеспечить такую частоту дискретизации, чтобы на входе АЦП было достаточно использовать трех- или четырехкаскадный пассивный фильтр.

В [6, 10] рассматривается реализация объекта атаки по схеме, представленной на рис. 12. Мощность сигнала ВЧО составляла 10 dBm, а частота варьировалась в диапазоне 590–680 МГц, что примерно соответствует резонансной частоте непреднамеренной антенны. ПОМ модулировался повторяющейся 10-битовой комбинацией «1101010010». Напряжение сигнала составляло 3 V, а скорость передачи — 2 Мбит/с. Частота дискретизации была выбрана 10 МВыв/с.

На рисунке 14 представлены формы сигналов для расстояний атаки, составляющей 1 м, 3 м, 5 м, 7 м, 10 м и 11 м.

Активная атака на ТС при указанных условиях может быть осуществлена с расстояния менее 10 метров из-за возникающих ошибок при приеме переотраженного сигнала, что приводит к искажению модулирующей комбинации.

Зависимость качества восстановленного сигнала от мощности ВЧО иллюстрируется рис. 15. [9]

Заключение

Анализируя данные, полученные в [2, 5, 6, 9, 10], можно утверждать о реализуемости активной атаки на ТС, в которые внедрен ПОМ, при соблюдении определенных ограничений для дистанции атаки. Полученная дальность атаки в 10 м и возможность восстановления перехватываемого сигнала, транслируемого/обрабатываемого в ТС со скоростями до 2 Мбит/с не является предельными.

Дальность атаки может быть повышена при условии использования для приема и первичной обработки переотраженного сигнала SDR радиоплатформы с быстродействующим АЦП (например, АЦП платформы USRP Ettus X310 обеспечивает 200 Мвыб/с при разрядности 14 бит), а также при увеличении мощности сигнала ВЧО. При этом необходимо будет учитывать, что с увеличением мощности сигнала ВЧО будет возрастать и демаскирующий фактор процесса облучения.

Учитывая миниатюрность элементной базы, применяемой при изготовлении ПОМ; возможность встраивания ЭУНПИ на этапе изготовления или модернизации ТС, данная активная атака позволяет реализовать на практике канал утечки конфиденциальной информации.

ЛИТЕРАТУРА

- Hayashi Y., Homma N., Miura M., Aoki T., And Sone, H. A threat for tablet pcs in public space: Remote visualization of screen images using EM emanation. In Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (2014), CCS '14, ACM, pp. 954–965.
- Kinugawa M., Fujimoto D., & Hayash, Y. Electromagnetic Information Extortion from Electronic Devices Using Interceptor and Its Countermeasure. IACR Transactions on Cryptographic Hardware and Embedded Systems, 2019(4), 62–90.
- Паршаков В.Р., Лобашев А.К. Проблемы и особенности обнаружения закладочных устройств — эндовибраторов. Информационно-методический журнал «Защита Информации. Инсайд» № 2 (62).
- Хореев А.А. Техническая защита информации. Том 1. Технические каналы утечки информации. М.: НПЦ «Аналитика», 2008.
- Wakabayashi S. Investigation of Radio Frequency Retroreflector Attacks. <http://hdl.handle.net/2065/00061830>

6. Wakabayashi S., Maruyama S., Mori T., Goto S., Kinugawa M., Hayashi Y.-I. POSTER: Is active electromagnetic side-channel attack practical. 24th ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, CCS2017; Dallas; United States; 30 October- 3 November 2017.
7. H.S. Lee, D.H. Choi, K. Sim and J. Yook, "Information Recovery Using Electromagnetic Emanations From Display Devices Under Realistic Environment," in IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. 61, no. 4, pp. 1098–1106, Aug. 2019.
8. P. De Meulemeester, L. Bontemps, B. Scheers and G.A.E. Vandenbosch, "Synchronization retrieval and image reconstruction of a video display unit exploiting its compromising emanations," 2018 International Conference on Military Communications and Information Systems (ICMCIS), Warsaw, 2018, pp. 1–7.
9. Kinugawa M., Fujimoto D., & Hayashi Y. Electromagnetic Information Extortion from Electronic Devices Using Interceptor, Its Countermeasure. <https://tches.iacr.org/index.php/TCHES/article/view/8345/7839>.
10. Wakabayashi S., Maruyama S., Mori T., Goto S., Kinugawa M., Hayashi Y.-I. A Feasibility Study of Radio-frequency Retroreflector Attack. WOOT'18: Proceedings of the 12th USENIX Conference on Offensive Technologies, August 2018.

© Смирнов Сергей Николаевич (smirnovsn@bmstu.ru),

Рыжиков Сергей Сергеевич (ryzhikovss@mpei.ru), Агуреев Иван Александрович (agureev.ivan@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

ПРИМЕНЕНИЕ СИНЕКТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ РАССМОТРЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

APPLICATION OF THE SYNECTIC APPROACH WHEN CONSIDERING TECHNICAL REFERENCE

**E. Stepashkina
V. Shishkin
M. Grishin**

Summary. In this article, the authors of the article proposed a synectic method of the decision-making process using direct analogy during the consideration of the technical task for the development of a new product using the established decision bases of the enterprise structures responsible for the design of the future product, for the development of technological processes, for repair and operation and for financial component. Using electronic structures in the Product Data Management (1C: PDM) system with a complete set of design documentation of previously developed products, the authors select a constructive analogue for its further transformation in accordance with the technical and technological requirements of the customer.

Keywords: theory of inventive problem solving, analogue, product, technical task, product life cycle, synectic approach.

Степашкина Елена Валерьевна

Аспирант, Ульяновский Государственный
Технический Университет; заместитель начальника
серийно-конструкторского отдела, Акционерное
общество «Ульяновское конструкторское бюро
приборостроения»
e.stepashkina85@mail.ru

Шишкин Вадим Викторович

К.т.н., профессор, Институт Авиационных
Технологий и Управления
shvv@ulstu.ru

Гришин Максим Вячеславович

К.т.н., Институт Авиационных Технологий
и Управления; инженер-конструктор, Акционерное
общество «Ульяновское конструкторское бюро
приборостроения»
likani7@mail.ru

Аннотация. В данной статье авторами статьи был предложен синектический метод процесса принятия решения с использованием прямой аналогии в ходе рассмотрения технического задания на разработку нового изделия с использованием наработанных баз решений структур предприятия, отвечающих за конструирование будущего изделия, за разработку технологических процессов, за ремонт и эксплуатацию и за финансовую составляющую. Используя электронные структуры в системе Product Data Management (1C: PDM) с полным комплектом КД разработанных ранее изделий, авторы подбирают конструктивный аналог для дальнейшего его преобразования согласно технико-технологическим требованиям заказчика.

Ключевые слова: теория решения изобретательских задач, аналог, изделие, техническое задание, жизненный цикл изделия, синектический подход.

Введение

Одной из основных задач предприятия-разработчика и предприятия-изготовителя является организация деятельности предприятия, направленной на реализацию своей продукции с учетом изменений рыночной ситуации. А именно, удержание существующего объема продаж и завоеванной доли рынка, тем самым формируя побуждающий фактор к запуску формирования начального этапа ЖЦИ, а именно разработка технического задания (ТЗ), с использованием имеющейся базы изделий-аналогов с уже разработанными, реализованными и отработанными в части испытаний и эксплуатации параметрами: конструкторскими, технологическими, эксплуатационными и т.д.

Основная часть

Основанием для начала процесса создания нового изделия является согласованное между заказчиком и исполнителем помимо договора (контракта) и техническое задание (ТЗ) на разработку, в котором прописывается ход выполнения стадий проектирования конструкторской (КД) и технологической (ТД) документации (полного комплекта КД). ТЗ на разработку или модернизацию изделия предполагает совокупность научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР).

Одним из результатов НИР является разработка документа, содержащего требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его

изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах [1]. Предприятие, разрабатывающее и/или изготавливающее изделие, документом Технические условия (ТУ) определяют все этапы ЖЦИ, в части производства. На основании предоставленных параметров в ТУ заказчик-потребитель имеет представление о соответствии качественных характеристик, заявленных в ТЗ. ТУ является совокупностью полного набора требований к изделию, его созданию, контролю производства и приема. ТУ есть не что иное, как совокупность проработанных данных, представленных в ТЗ, с более четким представлением требований к возможностям и функциям изделия, принципам функционирования, основным параметрами характеристикам, требованиям к сырью, материалам и покупным изделиям, комплектности, маркировки, упаковки, правилам приема, методикам испытаний, методам контроля изготовления, проверкам, хранению и транспортировки.

Согласно ГОСТ 15.016 ТЗ на ОКР по разработке нового изделия может состоять из разделов [2]:

- ◆ Наименование, шифр ОКР, основание, исполнитель и сроки выполнения ОКР;
- ◆ Цель выполнения ОКР, наименование и обозначение изделия;
- ◆ Технические требования к изделию;
- ◆ Техничко-экономические требования;
- ◆ Требования видам обеспечения;
- ◆ Требования к сырью, материалам и КИМП;
- ◆ Требования к консервации, упаковке и маркировке;
- ◆ Требования к учебно-тренировочным средствам (при необходимости);
- ◆ Специальные требования;
- ◆ Требования к документации;
- ◆ Этапы выполнения ОКР;
- ◆ Порядок выполнения и приемки этапов ОКР.

Первоначальная стадия «Исследование» ЖЦИ на этапе опытно-конструкторской работы (ОКР) базируется на задаваемых заказчиком ТТТ [5]. Чтобы принять решение о возможности разработки и изготовления предприятия-разработчику необходимо проводить обширный анализ всех имеющихся на рынке изделий и разработанных ранее на предприятии. Таким образом, временные ресурсы предприятия-разработчика направлены на повторное обращение к имеющейся базе аналогов изделий, прорабатывая заданные ТТТ заказчиком на разработку нового изделия. Авторами статьи предлагается автоматизировать возобновляющиеся действия в части исследования путем разработки специализированных средств на основе методов ТРИЗ-технологий с возможностью учета семантики и контролируемого накопления опыта.

Другими словами, на этапе начала бизнес-процесса формирования модели ТЗ на проектирование будущего изделия следует использовать пути принятия решения поставленных задач с применением аналогий имеющихся проектных решений [3].

Большинство крупных конструкторских предприятий обладает значительным архивом КД и ТД на изделия. Таким образом, по утверждению авторов статьи, после обращения заказчика с коммерческим предложением, содержащим технико-технологические требования (ТТТ) к работе, деятельность конструкторского предприятия в первую очередь следует направить на поиск ранее разработанных изделий и на анализ технологии возможности изготовления аналога требуемой продукции [3].

Ранее авторами было предложено рассмотреть этапы синектического метода процесса принятия решения (рис. 1) с сопоставлением этапов научно-исследовательской работы в ходе проектирования нового изделия, или модернизации старого. В ходе рассмотрения синектического метода процесса принятия решения на этапах анализа проблематики и генерирования идей авторами было предложено использовать имеющуюся базу на предприятии ранее разработанных и изготовленных аналогов изделий, представляющих собой совокупность технических параметров, несущих в себе базы знаний о проектировании и изготовлении аналога [3].

Основными функциями предприятия-разработчика и предприятия-изготовителя, направленные на организацию процессов создания нового изделия, авторами были выделены [4]:

- ◆ анализ потребностей целевой аудитории;
- ◆ разработка концепции будущей продукции;
- ◆ проектирование и моделирование будущей продукции;
- ◆ изготовление, продажа и поставка продукции потребителям;
- ◆ послепродажное обслуживание продукции;
- ◆ материально-техническое обеспечение производства на предприятии.

Проектирование и моделирование будущей продукции, изготовление, продажа и поставка продукции потребителям и послепродажное обслуживание продукции представляют собой материальную составляющую готового изделия, которая содержит в себе исходные данные для поиска аналога нового изделия с последующим принятием решения для разработки и/или изготовления.

В ходе рассмотрения ТЗ на разработку, применяя синектический метод процесса принятия решения с ис-

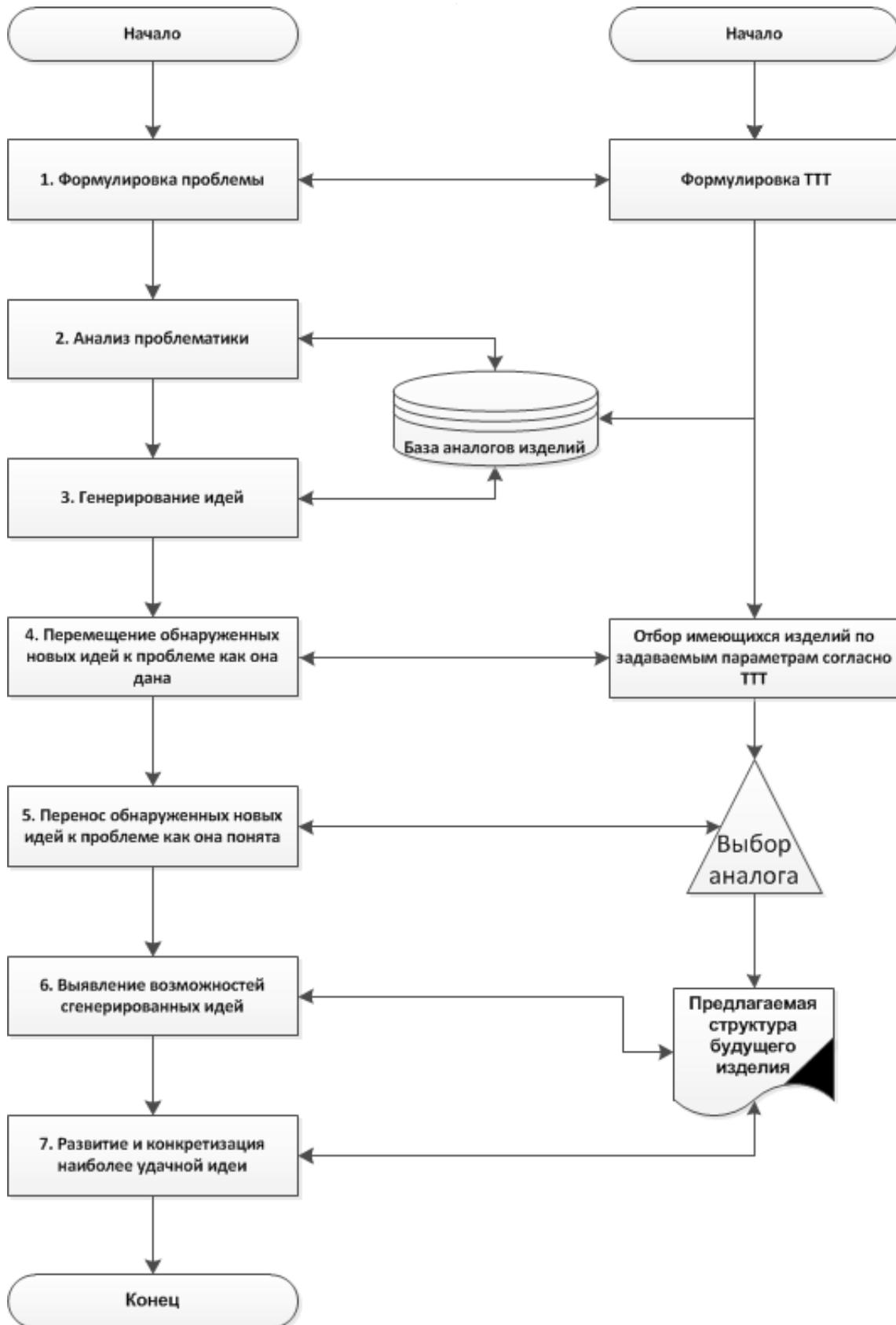


Рис. 1. Этапы синектического метода процесса принятия решения в ходе проектирования будущего изделия

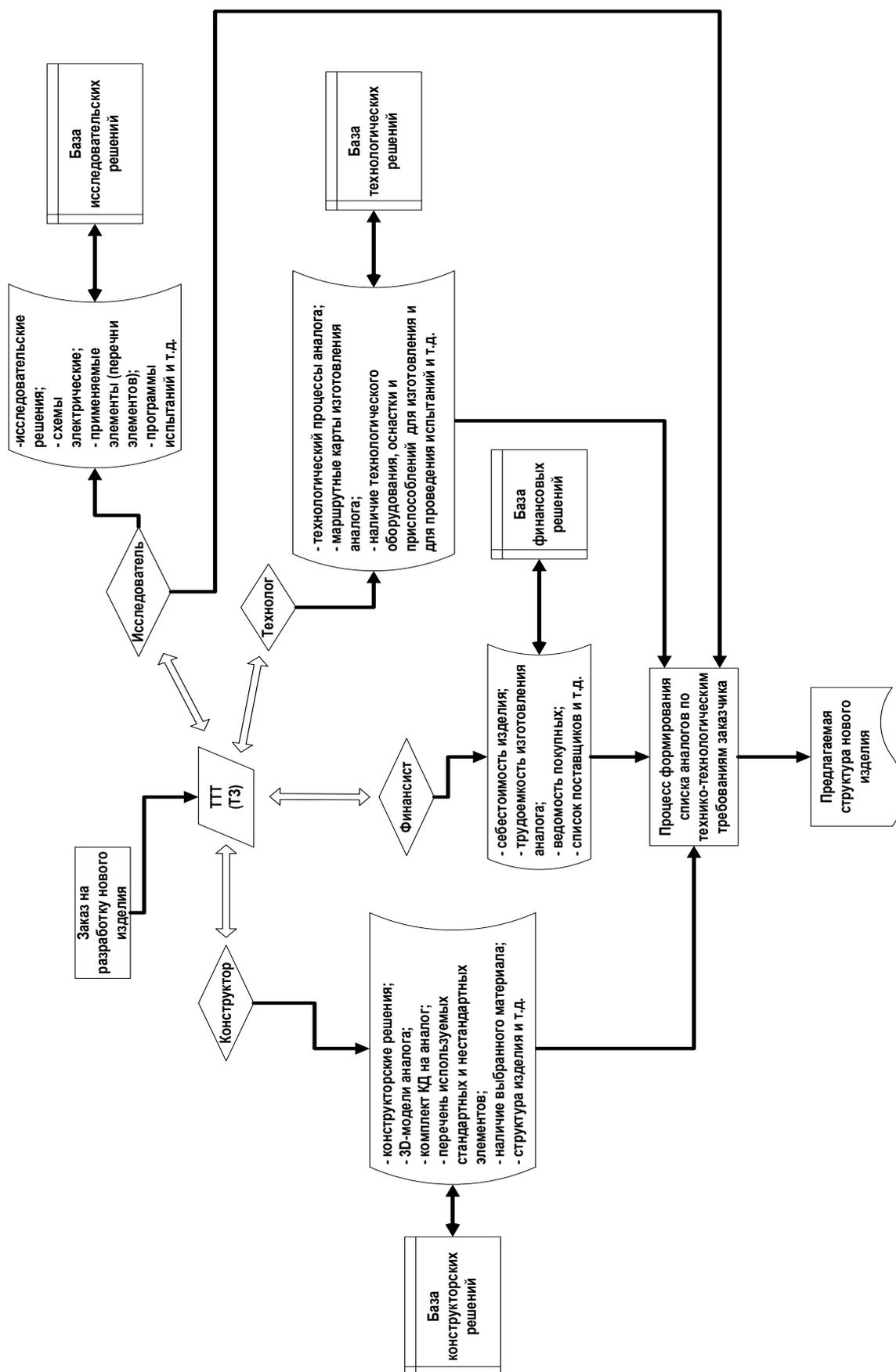


Рис. 2. Процесс топологического разбора технико-технологических требований заказчиком

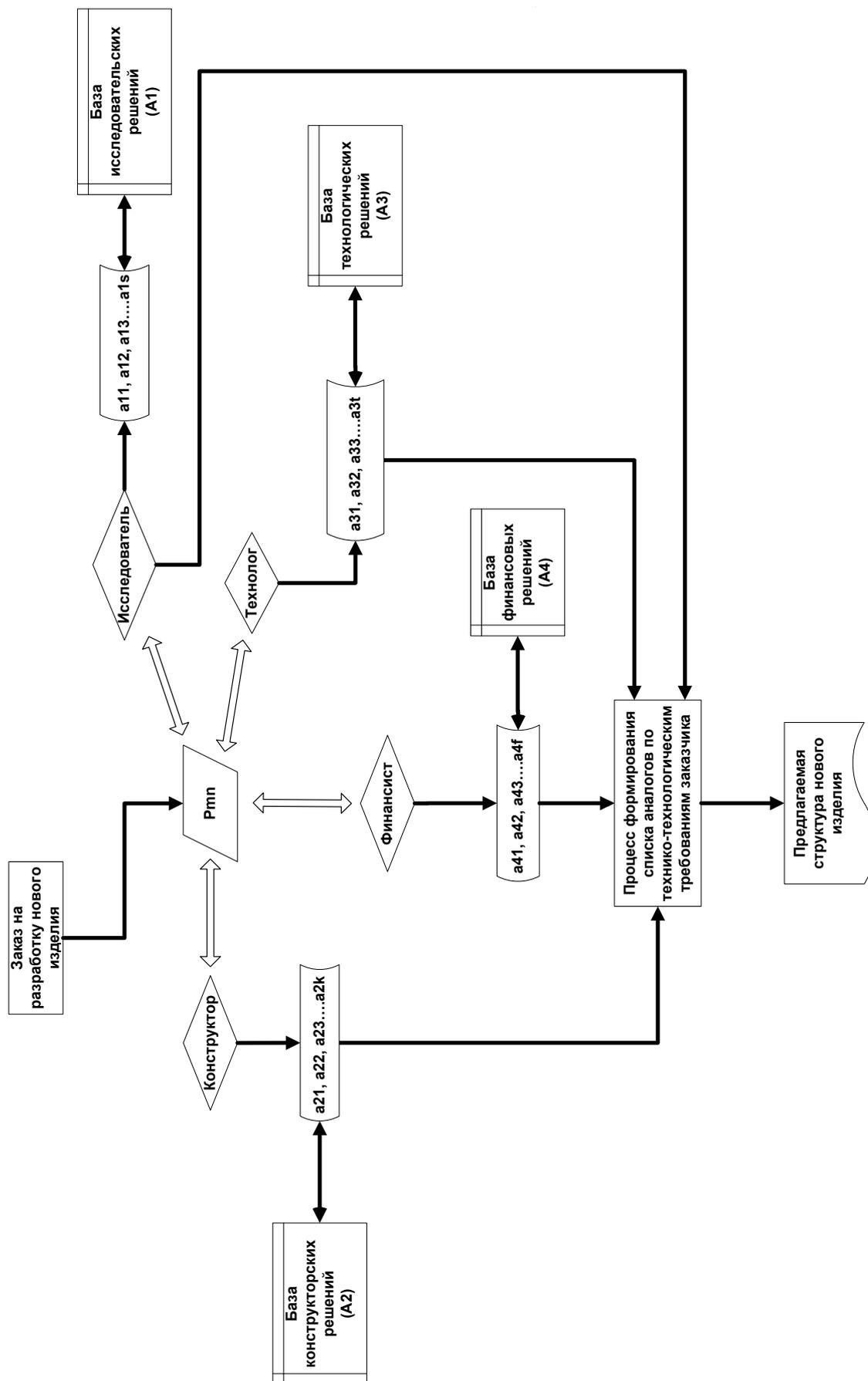


Рис. 3. Процесс топологического разбора технико-технологических требований заказчикам

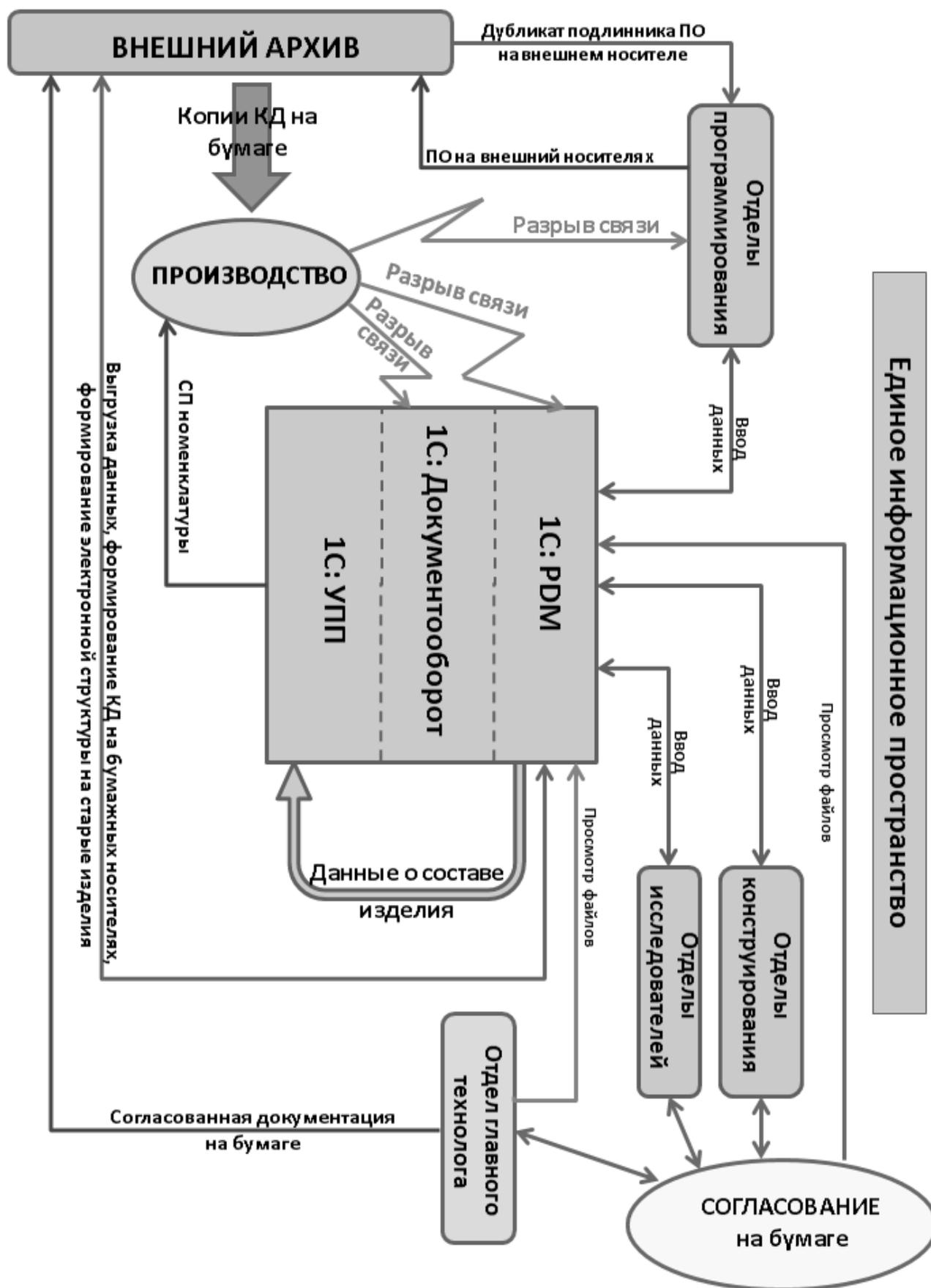


Рис. 4. Единое информационное пространство

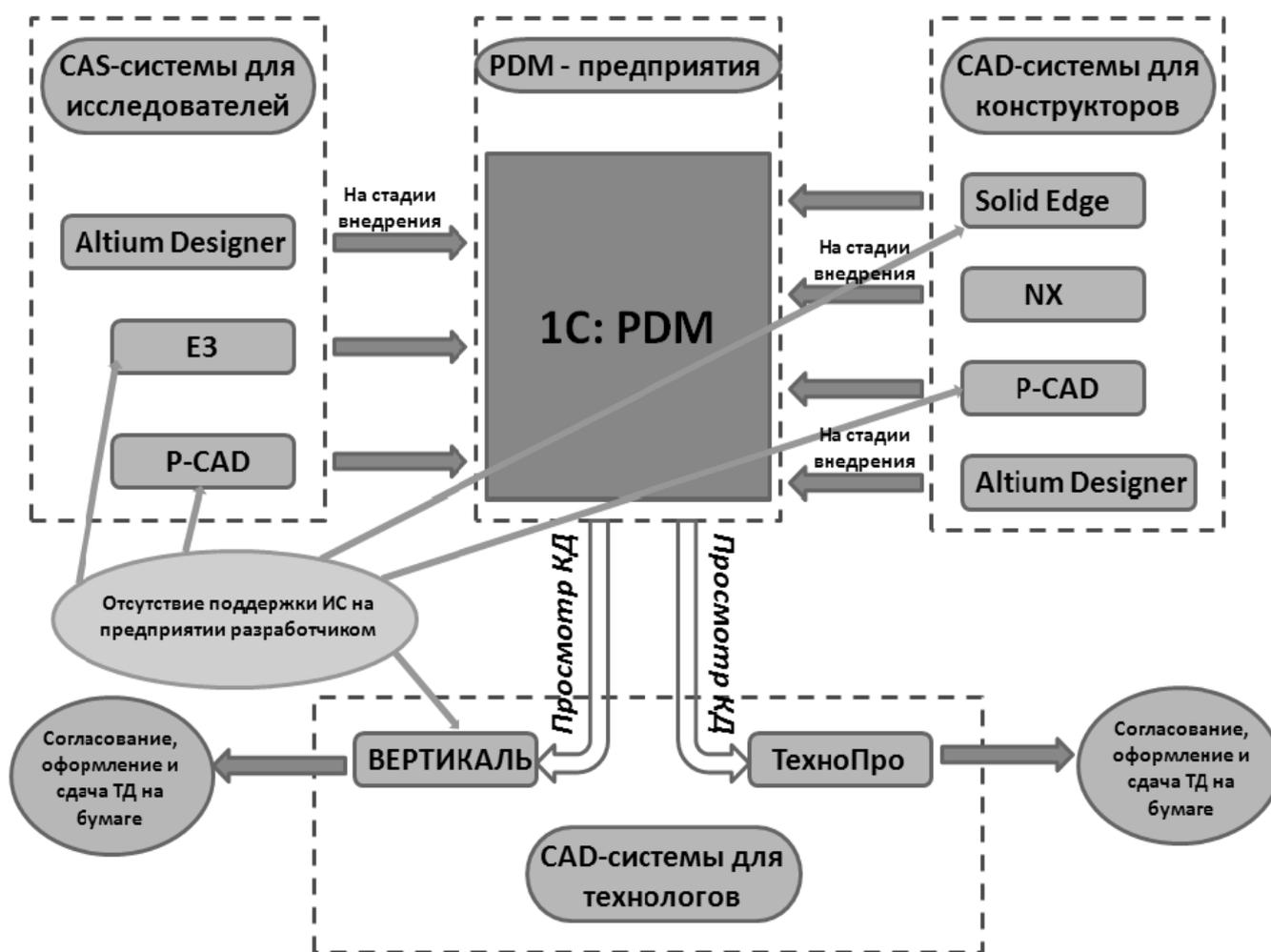


Рис. 5. Применение информационных систем на стадии разработки изделия

пользованием прямой аналогии [4], авторами предлагается задействовать структуры предприятия, отвечающие за конструирование (разработка конструкции) будущего изделия, за разработку технологических процессов, за ремонт и эксплуатацию и за финансовую составляющую.

Рассмотрим этапы 2 «Анализ проблемы» и 3 «Генерирование идей» синектического метода процесса (рис. 1) принятия решения в ходе проектирования будущего изделия, опираясь на задействованные структуры предприятия (рис. 2).

Суть предлагаемого авторами метода синектического подхода принятия решения при рассмотрении ТТТ заказчика заключается в подборе более близкого по своим характеристикам аналога изделия, ранее разрабатываемом и/или изготавливаемом на авиационном предприятии.

При рассмотрении авторами ранее [4] начальные заданные требования $p_{1n}, p_{2n}, p_{3n}, \dots, p_{mn}$ на изделие путем сравнения имеющихся параметров $p_{1j}, p_{2j}, p_{3j}, \dots, p_{ij}$ из базы аналогий (подобий) производит подбор ранее разработанной продукции для интеграции цифрового облика изделия для формирования ТЗ на ОКР.

$$P_{mn} = \sum (p_{1n}, p_{2n}, p_{3n}, \dots, p_{mn}), m \neq 0, n \neq 0, \quad (1)$$

$$P_{ij} = \sum (p_{1j}, p_{2j}, p_{3j}, \dots, p_{ij}), i \neq 0, j \neq 0 \quad (2)$$

$$p_{mn} \Leftrightarrow p_{ij}, \quad (3)$$

$$P_{mn} \Leftrightarrow P_{ij}, \quad (4)$$

В свою же очередь каждый параметр ТТТ аналога p_{ij} есть объединение (5) имеющихся решений из сформированных баз A_1, A_2, A_3, A_4 каждого из ответственно-

го за разработку и/или изготовление подразделения структуры предприятия-разработчика и/или предприятия-изготовителя, полученное путем синектического отбора.

$$p_{ij} = F(A_1, A_2, A_3, A_4), \quad (5)$$

$$A_1 = \sum (a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1s}), s \neq 0, \quad (6)$$

$$A_2 = \sum (a_{21}, a_{22}, a_{23}, \dots, a_{2k}), k \neq 0, \quad (7)$$

$$A_3 = \sum (a_{31}, a_{32}, a_{33}, \dots, a_{3t}), t \neq 0, \quad (8)$$

$$A_4 = \sum (a_{41}, a_{42}, a_{43}, \dots, a_{4f}), f \neq 0, \text{ где} \quad (9)$$

A_1 — множество исследовательских решений,

A_2 — множество конструкторских решений,

A_3 — множество технологических решений,

A_4 — множество финансовых решений.

Чем больше совпадений при синектическом отборе, тем определеннее будет предложена структура будущего изделия с дальнейшими изменениями при необходимости (рис. 3).

Если перед предприятием-разработчиком стоит задача в ТЗ «разработать» новое изделие, в ходе решения задачи являются основными структуры, отвечающие за исследовательскую и конструкторскую деятельность.

Как писалось ранее [5] в результате цифровизации на ведущем предприятии авиаприборостроительной отрасли с определенным формализмом в управлении компанией и организацией всевозможных бизнес-процессов, было принято решение часть управленческих механизмов перевести на упорядоченную документационную основу. В результате были внедрены ИС (рис. 4):

- ◆ 1С: документооборот для решения задачи автоматизации учета документов, взаимодействия сотрудников, контроля и анализа исполнительской дисциплины.
- ◆ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ PDM «Управление инженерными данными» для разработки электронной структуры изделий, оформление конструкторской документации:
- ◆ «1С: Управление производственным предприятием» для решения задач управления и учета на производственном предприятии и финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

В настоящее время 1С: PDM ведется вся работа конструкторской, исследовательской (рис. 5), связанных с изготовлением новых изделий с использованием других САПР для проектирования.

Таким образом, взяв за основу электронные структуры с полным комплектом КД разработанных ранее изделий, можно подобрать конструктивный аналог для дальнейшего его преобразования согласно ТТТ заказчика, что значительно сократит время разработки нового изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.102–2013 Единая система конструкторской документации. Виды конструкторских документов. М: Изд-во стандартов, 2014. 16 с.
2. Степашкина Е.В., Гришин М.В., Коженков В.А., Алексеев А.А. Взаимосвязь входных и выходных параметров об изделии на стадиях ЖЦИ. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2020. № 4
3. ГОСТ 15.016~<2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. М: Изд-во стандартов, 2017. 30 с.
4. Степашкина Е.В., Шишкин В.В., Алексеев А.А., Гришин М.В. Применение методов ТРИЗ для анализа технико-технологических требований в ходе формирования технического задания на изделия авиационного назначения в условиях ЖЦ. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2021. № 4
5. Степашкина Е.В., Горбачев И.В., Гришин М.В. Информационные системы на авиаприборостроительном предприятии // Известия Самарского научного центра РАН, 2019. Т. 21. № 1. С. 128–135

© Степашкина Елена Валерьевна (e.stepashkina85@mail.ru),

Шишкин Вадим Викторович (shvv@ulstu.ru), Гришин Максим Вячеславович (likani7@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОРУЛЕВЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫМ КОМПЛЕКСОМ КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ

FUNCTIONALITY EXPANSION OF INTELLIGENT AUTOPILOTS BY SHIP'S TRAFFIC CONTROL SYSTEM FOR COASTAL WATERS

**D. Syasin
N. Sedova
R. Bazhenov
S. Glushkov**

Summary. The working-out of modern autopilots is aimed at ensuring the safety of navigation. Using intelligent systems, including methods that process large data sets, especially in real time, expands the autopilot functionality, contributing to the timely assessment of the current navigation situation.

An approach to the organization of monitoring the objects movement on sea surface on the example of the water area of the Amur Bay and the Golden Horn Bay of the Vladivostok city, Russia using a software and hardware system for traffic control for coastal waters described in present paper. The system for traffic control for coastal waters designed on base of packet data real time transmission technologies and a satellite navigation system.

The paper presents a scheme of traffic control for coastal waters, and the intelligent autopilot operation algorithm with extended functionality. Using machine-learning methods for analyzing the information received contributes to a quick and accurate analysis of sea navigation situation, as well as to determine the danger degree of objects on sea surface in navigation appraisal zone.

Keywords: navigation safety, intelligent autopilot, sea surface object monitoring, satellite navigation system, traffic control system, automatic identification system.

Сясин Дмитрий Юрьевич

Руководитель проектов, Московский
государственный университет имени М.В. Ломоносова
dims5@mail.ru

Седова Нелли Алексеевна

К.т.н., доцент, Морской государственный
университет им. адм. Г.И. Невельского, г. Владивосток
nellyfish81@mail.ru

Баженов Руслан Иванович

К.п.н., доцент, Приамурский государственный
университет им. Шолом-Алейхема, г. Биробиджан
r-i-bazhenov@yandex.ru

Глушков Сергей Витальевич

Д.т.н., профессор, Морской государственный
университет им. адм. Г.И. Невельского, г. Владивосток
glushkov@msun.ru

Аннотация. Разработка современных авторулевых направлена на обеспечение безопасности судоходства. Использование интеллектуальных систем, в том числе методов, осуществляющих обработку большого количества данных, особенно в режиме реального времени, расширяет функционал авторулевого, способствуя своевременной оценке сложившейся навигационной обстановки. Описывается подход к организации наблюдения за движением морских надводных объектов на примере акватории Амурского залива и бухты Золотой рог города Владивосток с использованием программно-аппаратного комплекса контроля движения надводных объектов в прибрежных водах на основе технологий пакетной передачи данных в режиме реального времени и спутниковой системы навигации. В работе приведена схема комплекса наблюдения за надводными объектами, а также алгоритм работы интеллектуального авторулевого с расширенным функционалом. Применение методов машинного обучения для анализа полученной информации способствует быстрому и достаточно точному анализу надводной обстановки, а также определению степени опасности объектов, попавших в зону оценки ситуации сближения.

Ключевые слова: безопасность мореплавания, интеллектуальный авторулевой, наблюдение за движением надводных объектов, спутниковая система навигации, система управления движением судов, автоматическая идентификационная система.

Введение

Проблема обеспечения безопасности мореплавания, которая во многом зависит от технических средств, выполняющих автоматизированное наблюдение за движением судов и других надводных объектов в заданном районе, является одной из главных в прибрежных водах с активным судоходством, в частности при организации работы морских портов. В настоящее время эту задачу решают системы управления движением судов (СУДС). Они создаются, в первую очередь, в районах и портах с интенсивным судоходством и повышенной экологической опасностью. Три наиболее важных задачи, решаемые СУДС, это организация движения судов, информационное обеспечение и навигационная помощь [1]. В настоящее время СУДС задействованы в России в портах Новороссийска, Санкт-Петербурга Архангельска, Владивостока, Калининграда, Мурманска, Находки, Балтийска, Ванино, порта Восточный и др. [2].

В Приморском крае обеспечение безопасности судоходства обеспечивается СУДС залива Петра Великого [3]. СУДС залива Петра Великого функционирует на акваториях следующих морских портов: порт города Владивосток, порт города Находка, порт посёлка Зарубино и других. Одним из важнейших компонентов СУДС залива Петра Великого является сеть связи и передачи данных, основная задача которой заключается в получении информации с радиотехнических постов. Основой таких сетей связи и передачи данных до сих пор составляют радиорелейные линии связи, которые имеют ряд недостатков, которые ограничивают их функционирование. К таким недостаткам можно отнести влияние интерференции на качество передачи информации (при расположении радиорелейных каналов связи над морской поверхностью), практическую невыполнимость реализации полносвязной топологии сети связи и передачи данных, неконкурентную первоначальную стоимость передаваемой информации и нехватку согласованных межсетевых протоколов обмена информацией [4].

Одним из основных источников данных о надводных объектах в зоне действия СУДС для решения вышеперечисленных задач является автоматическая идентификационная система (АИС) — Automatic Identification System, обеспечивающая идентификацию судов и автоматизированный обмен наиболее важными идентификационными данными между судами и береговыми станциями с использованием каналов радиосвязи [5]. АИС включает в себя мобильные станции (транспондеры), устанавливаемые на судах и на других объектах, радиоканалы, береговые станции, репитеры, информационную сеть, связывающую базовые станции с береговыми службами, и оборудование, устанавливаемое в береговых службах. Сообщения, передаваемые АИС, содержат идентифика-

ционные данные, данные о состоянии объекта, получаемые с элементов управления объектом, данные о географических координатах и информацию, вводимую вручную обслуживающим персоналом объекта.

Установка оборудования АИС на судах осуществляется в соответствии с Правилom V/19 Международной конвенции по охране человеческой жизни на море и связанными с ним резолюциями. Согласно этому правилу АИС оборудуются суда валовой вместимостью 300 и более, совершающие международные рейсы, и суда валовой вместимостью 500 и более, не совершающие международные рейсы. При этом АИС дополняет радиолокационную станцию и другие средства наблюдения за навигационной обстановкой, а также как средство обмена информацией с береговыми службами. В прибрежных районах активного судоходства подавляющая часть судов, в основном маломерных, не оборудована автоматической идентификационной системой, что негативно влияет на безопасность судоходства в таких районах [6].

Программно-аппаратный комплекс контроля движения в прибрежных водах

В условиях повышенной интенсивности судоходства в прибрежных водах, на подходах к портам, в узкостях существует проблема контроля движения судов, не оборудованных приёмниками АИС. К такой категории судов относятся, как правило, маломерные суда и малые моторные и парусные суда, участвующие в общем движении наряду с конвенционными морскими судами. Возможности контроля движения таких судов весьма незначительны в условиях ограниченной видимости, наличия препятствий для радиолокационного наблюдения, что создаёт дополнительные трудности в расхождении судов на акватории. В связи с этим возникает необходимость разработки технологий контроля движения таких судов, ориентированных, в первую очередь, на дешевизну и доступность их владельцам. Таким образом, актуальность исследования не вызывает сомнений.

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс, предназначенный для интеграции с интеллектуальным авторулевым, и позволяющим дополнить информационный ресурс СУДС данными о надводных объектах, не оснащённых АИС. Так как основная масса таких объектов — маломерные суда (парусные яхты, моторные и гребные лодки, катера), основными критериями, предъявляемыми к такому комплексу, являются стоимость реализации, простота использования и установки. Для идентификации надводных объектов в прибрежных водах в разрабатываемом подходе предлагается использовать данные глобальной системы определения координат (Global Positioning System — GPS) [7], а передачу



Рис. 1. Схема программно-аппаратного комплекса наблюдения за надводными объектами



Рис. 2. Алгоритм работы интеллектуального автопилота с расширенным функционалом

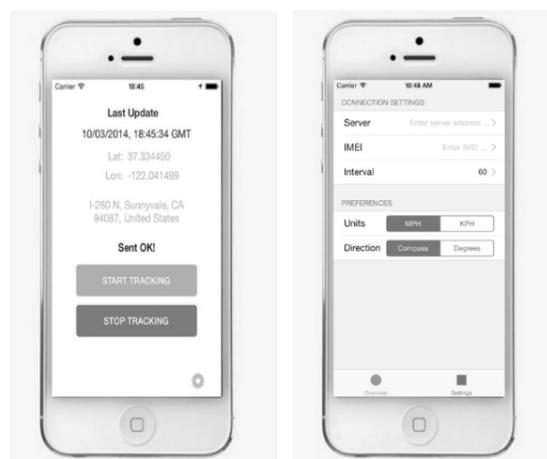


Рис. 3. Внешний вид интерфейса передающей части комплекса



Рис. 4. Внешний вид интерфейса передающей части комплекса

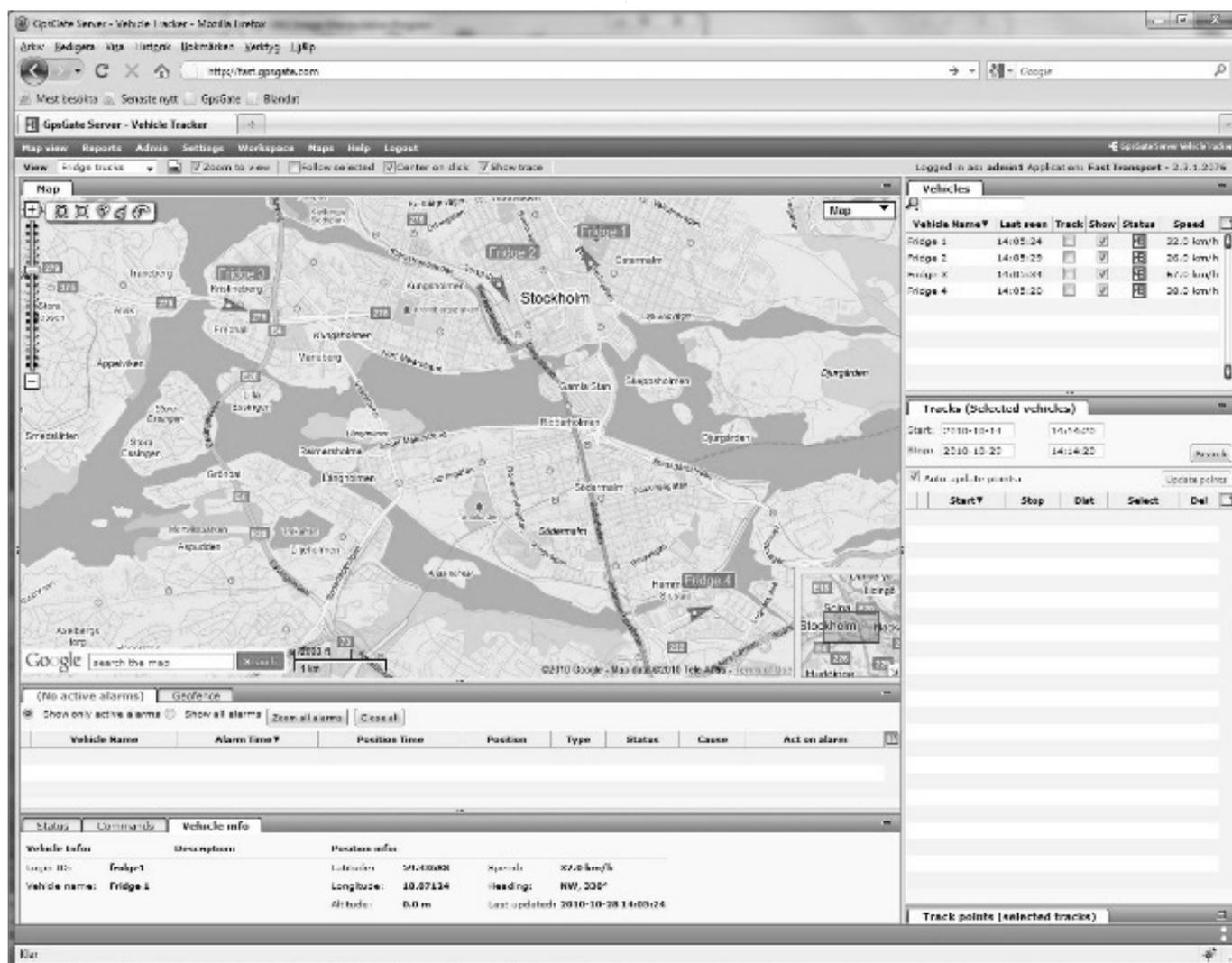


Рис. 5. Внешний вид пользовательского интерфейса Franson GPS Gate Server

данных осуществлять в реальном времени через сеть сотовой связи по протоколу пакетной радиосвязи общего пользования (General Packet Radio Service — GPRS) [8]. Таким образом, функционально предлагаемый программно-аппаратный комплекс делится на две части: передающая часть, устанавливаемая на наблюдаемом судне, и основная часть, агрегирующая и обрабатывающая полученные данные, как показано на рисунке 1. Использование простых и широко распространенных функциональных элементов комплекса — мобильных телефонов с функцией GPS и GPRS позволит получать актуальную информацию в реальном времени о движении надводных объектов в прибрежных водах, таким образом повышая информационное обеспечение безопасности судоходства.

Одним из направлений развития предложенного подхода является интеграция основной и передающей

частей комплекса в структуру интеллектуального авторулевого с единым графическим интерфейсом и последующей обработкой входящей информации. Подобного рода задачи хорошо решаются с привлечением машинного обучения и позволят значительно расширить функциональные возможности авторулевого, который помимо удержания судна на курсе получит возможность идентификации потенциально аварийных ситуаций в зоне чрезмерного сближения, их обработки и выдачи рекомендаций навигатору по маневру расхождения [9]. Использование именно методов машинного обучения позволяет обеспечить быструю и достаточно точную обработку большого количества информации в режиме реального времени.

Такой авторулевой, принимая координаты надводных объектов в зоне оценки ситуации в реальном времени вычисляет скорость и направление движения



Рис. 6. Внешний вид модуля анализа и визуализации данных

этих объектов и оценивает опасность столкновения судна-оператора, идущего с известной скоростью и курсом с этими надводными объектами. Если опасность столкновения низкая, авторулевой продолжит автоматическое удержание судна на курсе, а в случае высокой опасности столкновения — оповестит лица, принимающие решения и предложит рекомендации по маневру расхождения на основе Международных правил предупреждения столкновений судов в море и выводов экспертной системы (см. рис. 2). Для реализации такого интеллектуального авторулевого ранее разработаны система оценки опасности столкновения и система поддержки принятия решений для судоводителя [10].

Для подтверждения действенности предложенного подхода к задаче контроля движения за надводными судами в прибрежных водах разработан прототип аппаратно-программного комплекса, в котором основная часть реализована на мобильном компьютере (ноутбук с GPS-приемником, GPRS-модемом и модулями (программным обеспечением) агрегации, визуализации и обработки данных).

Вариант реализации передающей части с использованием смартфона, как наиболее предпочтительный с точки зрения простоты использования и настройки, представлен на рисунке 3. На смартфоне используется приложение ITrackIT, считывающее данные о текущем положении с встроенного GPS приемника и передающее их через сеть сотовой связи по протоколу GPRS. Приложение обеспечивает передачу данных на указанный в настройках адрес сервера с заданным интервалом.

Основная часть комплекса состоит из следующих модулей: приема данных, агрегации данных, визуализации, передачи данных во внешние системы и анализа данных. Прием данных от наблюдаемых объектов осуществляется через GPRS-модем, информация о собственном местоположении основной части комплекса считывается с GPS-приемника. Для получения GPS-данных в основной части используется приемник Vx-172 GMOUSE USB GPS. Внешний вид приемника изображен на рисунке 4.

Для агрегации данных в прототипе аппаратно-программного комплекса использовано программное обе-

спечение Franson GPS Gate Server [11]. Оно представляет собой набор приложений для операционных систем Windows и Linux, которые позволяют принимать данные в формате National Marine Electronics Association (NMEA) [12] с различных устройств, оснащенных чипами GPS, а также агрегировать эти данные в реальном времени, визуализировать их на карте и передавать для обработки внешним приложениям. Интерфейс Franson GPS Gate Server представлен на рисунке 5.

Данные в формате NMEA содержат навигационные измерения GPS приемника — позицию, скорость и время. NMEA-сообщения состоят из последовательного набора данных, разделенных запятыми [13]. Каждое отдельное сообщение не зависит от других и является полностью «завершенным». NMEA-сообщение включает в себя заголовок, набор данных, представленных ASCII символами, и поле контрольной суммы для проверки достоверности переданной информации.

Агрегированные данные передаются в модуль анализа и визуализации данных. Интерфейс модуля представлен на рисунке 6. Этот модуль представляет собой специально разработанное для этих целей приложение, способное принимать данные через протокол обмена структурированными сообщениями (SOAP — Simple Object Access Protocol) [14]. Модуль принимает данные обо всех наблюдаемых объектах, отображает

их на интерактивной карте, отрисованной с использованием общедоступного программного интерфейса Google Maps.

Заключение

В целях апробации предложенного метода наблюдения за надводными объектами была проведена проверка работоспособности в акватории Амурского залива Японского моря на малом боте «Галс». В ходе такой проверки была произведена передача в реальном времени информации о местоположении малого бота «Галс» с использованием смартфона с GPS-приемником в основную часть комплекса и ее обработка с последующей записью и визуализацией. Проведенный эксперимент показал, что предложенный подход можно использовать для задач наблюдения за различными малогабаритными надводными объектами в прибрежных зонах при наличии в них покрытия сетей сотовой связи. Предложенный подход к контролю за надводными объектами в прибрежной зоне предполагает использование широко распространенных мобильных устройств и бесплатного программного обеспечения, достаточно прост в реализации, точен и не требует оснащения специальным оборудованием, что позволяет положительно оценить потенциал его использования в поставленной задаче контроля надводных объектов в реальном времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы управления движением судов [Электронный ресурс]. М., 2013–2016. URL: <http://seaspirit.ru/morskije-konvencii/morskoe-pravo/sistemy-upravleniya-dvizheniem-sudov.html>.
2. Горелик, С. Стратегические перспективы морского транспорта / С. Горелик // Транспортная стратегия — XXI век. — 2015. — № 31. — С. 14–15.
3. Скварник, И.С. Модернизация сети связи и передачи данных системы управления движением судов в заливе Петра Великого за счет средств беспроводного широкополосного доступа / И.С. Скварник // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития: Четвёртая Всероссийская молодёжная научная конференция, посвящённая дню радио, Тамбов, 06–07 мая 2019 года. — Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 2019. — С. 197–199.
4. Скварник, И.С. Современные технологии в системе управления движением судов в рамках концепции e-Навигации: мировой опыт и региональные особенности (обзор) / И.С. Скварник // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. — 2021. — № 2(47). — С. 50–65. — DOI 10.24866/2227-6858/2021-2-6
5. Маринич А.Н. Судовая автоматическая идентификационная система / А.Н. Маринич [и др.]; под общ. ред. Ю.М. Устинова. — СПб.: Судостроение, 2004. — 179 с.
6. Сясин Д.Ю. Некоторые ограничения современных судовых идентификационных систем и методы их устранения. Сборник докладов 59-й международной молодежной научно-технической конференции «МОЛОДЕЖЬ-НАУКА-ИННОВАЦИИ», 23–25 ноября 2011 г. в 2 тт. — Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. — Т. 1. — С. 22–25.
7. Мельник, П.В. Концепция E-навигации в рекомендациях имо, варианты национального исполнения и перспективы развития в судоходстве ближайшего будущего / П.В. Мельник // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. — 2017. — № 4(21). — С. 26–31.
8. Видеосистема наблюдения за морскими судами в реальном времени / Ш.С. Фахми, С.А. Селиверстов, Е.В. Костинова [и др.] // Морские интеллектуальные технологии. — 2021. — Т. 1. — № 2(53). — С. 98–105. — DOI 10.37220/MIT.2021.52.2.015.
9. Sedova N., Sedov V., Bazhenov R., Ledovskikh I. A Marine Autopilot With a Fuzzy Controller Computed by a Neural Network. 7th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS2019), Vol. 166, 2019, p. 171–176. — Atlantis Press, 2019. <https://dx.doi.org/10.2991/itids-19.2019.31>.
10. Sedova N., Sedov V., Bazhenov R. Machine Learning: Neural Network Models of Sea-Craft Paths. Lecture Notes in Electrical Engineering, 729 LNEE, pp. 801–810, 2021.

11. Комаровский, Ю.А. Сравнительный анализ точности определения координат судовым и геодезическим GPS приёмниками на малоподвижном судне / Ю.А. Комаровский // Вестник Морского государственного университета. — 2013. — № 62. — С. 75–81.
12. Попов, А.Н. Алгоритм прогнозирования для предупреждения столкновений судов в море применительно к «интеллектуальной акватории» E-NAVIGATION / А.Н. Попов, А.И. Кондратьев, Р.Э. Субанов // Эксплуатация морского транспорта. — 2018. — № 1(86). — С. 69–74.
13. Нечаев, Е.Е. Применение встраиваемых процессоров на плис для идентификации навигационных параметров / Е.Е. Нечаев // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. — 2010. — С. 136–142.
14. Brett McLaughlin, Илья Чекуменов. Simple Object Access Protocol [Электронный ресурс], М., 2016. URL: <http://www.xserver.ru/computer/langprogr/razn/104/>.

© Сясин Дмитрий Юрьевич (dims5@mail.ru), Седова Нелли Алексеевна (nellyfish81@mail.ru),
Баженов Руслан Иванович (r-i-bazhenov@yandex.ru), Глушков Сергей Витальевич (glushkov@msun.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОДУЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ УПРАВЛЯЕМОСТИ ПРОЦЕССОВ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА MATLAB

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED MODULE FOR CONSTRUCTING CONTROL CHARTS PROCESS BASED ON THE MATLAB SOFTWARE PACKAGE

M. Tikhonov
M. Akulenok
O. Shikula

Summary. The article describes an analysis and an example of the implementation of software for constructing process controllability control charts based on the functionality of the MATLAB software package. The existing main software products for supporting statistical control are analyzed: SAP (System Analysis and Program Development — System Analysis and Program Development (by the name of the developer company)), 1C, Statistica, MATLAB, Minitab, EMI systems. The mathematical apparatus of control charts is presented, as well as the results of approbation of the developed software module.

Keywords: process control, control charts, software, MATLAB, statistical process control.

Тихонов Мартин Робертович

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»
kurotenshi91@yandex.ru*

Акуленок Марина Викторовна

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»
amv@s2q.ru*

Шикула Ольга Сергеевна

*Старший преподаватель, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»
oshik78@mail.ru*

Аннотация. В статье приведен анализ и пример реализации программного обеспечения построения контрольных карт управляемости процессов на основе функционала пакета программных средств MATLAB. Проанализированы существующие основные программные продукты поддержки статистического контроля: SAP (System Analysis and Program Development — Системный анализ и разработка программ (по наименованию компании-разработчика)), 1C, Statistica, MATLAB, Minitab, EMI-системы. Представлен математический аппарат контрольных карт, а также результаты апробации разработанного программного модуля.

Ключевые слова: управление процессами, контрольные карты, программное обеспечение, MATLAB, статистическое управление процессами.

Статистические методы контроля качества — широко известный инструмент управления качеством. Они применяются для обеспечения уверенности в том, что производимая продукция обладает требуемым качеством [1]. При рациональном применении статистических методов управления качеством предприятия приобретают возможность системного подхода к анализу процессов и выработке управленческих решений, направленных на повышение качества продукции, т.е. получают возможность реализовать такие принципы международной серии стандартов ISO 9000, как «принятие решений, основанное на фактах» и «постоянное совершенствование» [1, 2].

Статистические методы помогают измерить (оценить), описать, проанализировать, а также смоделировать изменчивость, в том числе при наличии ограниченного объема данных. Статистический анализ данных может способствовать лучшему пониманию природы, сроков и факторов, влияющих на причины изменчиво-

сти, позволяет решать и даже предупреждать проблемы, связанных с изменчивостью.

Статистическое управление процессами (statistical process control — SPC) на основе анализа обычных (случайных) и особых (неслучайных) причин изменчивости [3], дает возможность не только выявить отклонения от установленных требований, но и применять полученную информацию с целью управления и совершенствования процессов, в частности для улучшения их показателей и предупреждения появления брака [3].

Однако на практике применение статистического управления процессами ограничивается: неподготовленностью персонала, трудоемкостью, особенно при попытках работать с инструментами SPC вручную, потерями времени на принятие решений.

Досадными промахами в некоторых технологических исследованиях является принятие решений



Рис. 1. Результаты анализа «Факторы, определяющие структуру ПО для работы с КК»

в отношении статистически неуправляемого процесса. Неспособность отличить действие особых причин вариаций от действия обычных (общих) причин и отличить устойчивый процесс от нестабильного процесса (так называемые ошибки первого и второго рода), приводит к росту дефектности продукции и к отрицательным экономическим последствиям, затратам, возникающим либо у поставщика, либо у потребителя. Понимание причинно-следственных отношений между параметрами готовой продукции, параметрами незавершенной продукции и параметрами процесса позволяет минимизировать отклонения в качестве готовой продукции [3].

Главным инструментом, используемым в SPC, считаются контрольные карты (КК) управляемости процессов (или контрольные карты Шухарта). Они обеспечивают возможность определить показатели процесса, свидетельствующие о состоянии процесса, его статистической управляемости или неуправляемости и разработать стратегию по улучшению его качества [3].

Специалист, применяющий КК, тратит значительную часть времени на ручное построение КК и расчет основных характеристик процесса. Для того, чтобы увеличить время, на анализ КК, подготовку и принятие решений, необходимо автоматизировать все рутинные операции процесса, например разработку (подготовку) шаблона и построение самих КК. Инструментом автоматизации

построения КК может служить специализированное программное обеспечение (ПО) или настроенный модуль информационной системы.

Основные требования, определяющие структуру ПО (представлены на рисунке 1), а именно:

- ◆ требования к функционалу, нормативно-методической документации, к техническому обеспечению;
- ◆ требования к пользовательскому интерфейсу контрольных карт в программе;
- ◆ желаемый дизайн бланка;
- ◆ учет признака качества (качественный или количественный тип);
- ◆ число выборочных характеристик (одинарные или сдвоенные);
- ◆ вычисление статистических характеристик (для всей совокупности собранных данных или для каждой выборки);
- ◆ формирование «рациональных» подгрупп (выбор объема подгруппы и частоты взятия выборки).

Часто используемыми информационными системами для поддержки статистического контроля являются: SAP (System Analysis and Program Development — Системный анализ и разработка программ (по наименованию компании-разработчика)), 1С, Statistica, MATLAB, Minitab, EMI-системы (Enterprise Manufacturing Intelligence — системы производственной отчетности и аналитики) [4].

Таблица 1. Сравнение информационных систем

Критерий сравнения систем	Название системы				
	SAP	1С	Statistica	Matlab/Minitab	ЕМІ
Стоимость внедрения	> 1 млн.	>100 тыс.	20 тыс./год	70 тыс./год	> 3 млн.
ESB	отдельно	нет	нет	нет	есть
Доступность исходного кода	нет	да	нет	нет	нет

Сравнительный анализ перечисленных программных продуктов проведен с использованием следующих критериев: стоимость внедрения, интеграционная шина и доступность исходного кода.

Стоимость приобретения и внедрения программного обеспечения — существенная статья расходов для предприятия. Можно выделить две основные статьи затрат: на основной продукт (лицензии) и на вспомогательное ПО (операционные системы для серверов, приложения для сотрудников, защиты информации и др.).

Интеграционная шина (ESB — Enterprise Service Bus) — это программно-аппаратное решение, которое позволяет объединить существующие приложения и источники данных. Интеграция обеспечивает единый интерфейс взаимодействия с приложениями и данными. Каждое приложение (информационная система) подключается только к ESB. Интеграционная шина выполняет следующие функции: маршрутизация сообщений между различными информационными системами и гарантия доставки и целостности сообщений. При этом должна быть реализована обработка отказов системы. Даже если информационная система не работала в момент формирования сообщения, по возвращению в работоспособное состояние информация должна быть обработана.

Открытый код способствует адаптации системы под специфические нужды предприятия. Доступность открытого кода также позволяет усовершенствовать существующую систему вместо приобретения новой, однако вводит дополнительные требования к квалификации оператора.

Результаты сравнения информационных систем приведены в Таблице 1.

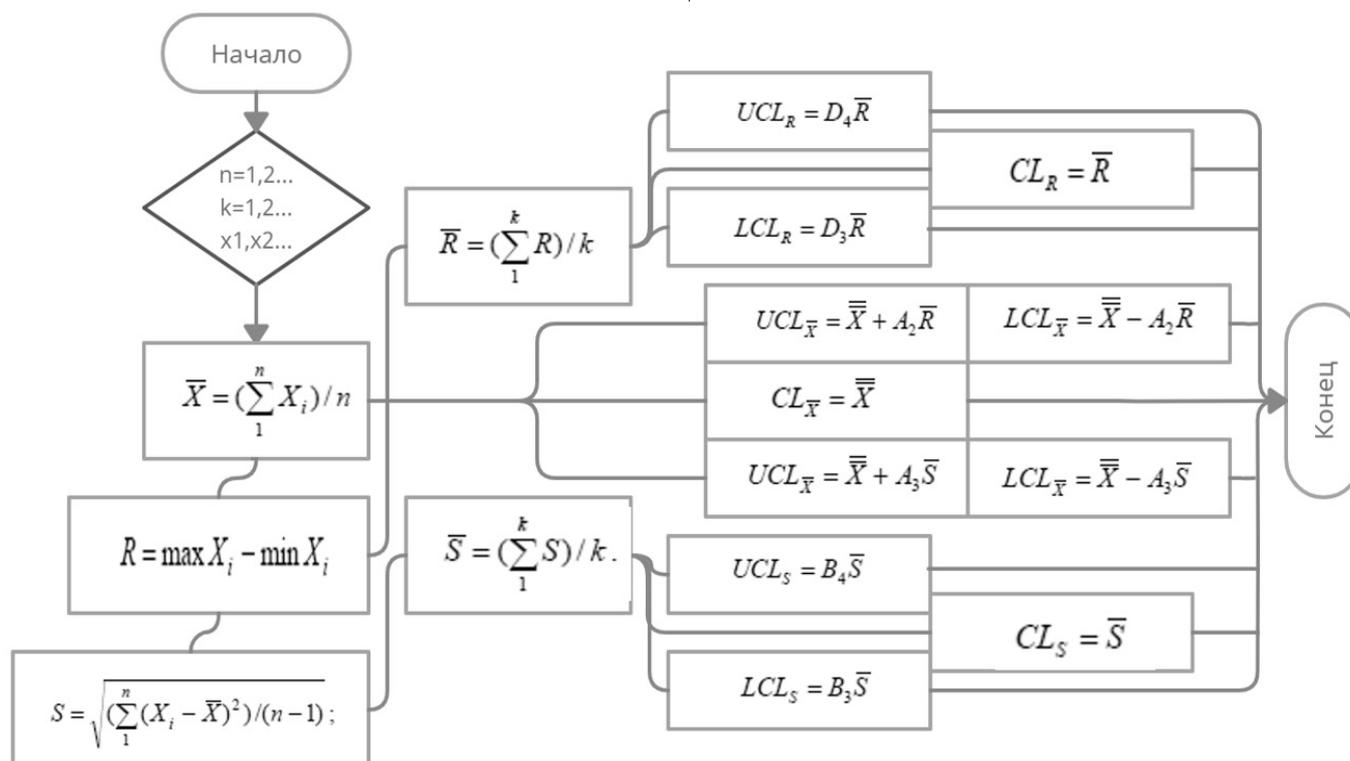
Наибольшей популярностью среди предприятий РФ пользуются системы 1С, международных предприя-

тий — SAP, транснациональных корпораций — ЕМІ-системы. Научно-исследовательские центры некоторых предприятий используют Statistica и Minitab. Отдельного рассмотрения требует вопрос о модернизации существующих информационных систем на предприятии (вместо закупки новых) [4].

Также распространенным инструментом для решения этого рода задач является Microsoft Excel — это программа, которая входит в состав Microsoft Office. Она позволяет работать с электронными таблицами и строить различные диаграммы. Стоит отметить, что при таком функционале менеджеру по качеству приходится вручную формировать новую форму для фиксирования данных, чтобы построить контрольную карту конкретного типа — это кропотливый и длительный процесс.

Таким образом сложно найти универсальный программный продукт, который решал бы вышеперечисленные требования. Нецелесообразно приобретать дорогостоящий программный продукт (стоимость такого программного продукта от 20000 в год и выше), если в нем использовать только какую-то часть, а остальное останется непригодным. Поэтому желательно иметь программу, реализующую необходимую группу задач. Разработке такого программного обеспечения посвящена данная работа.

Первым этапом разработки программного обеспечения являлся выбор языка или платформы реализации. Для ПО, ориентированного на построение диаграмм на основе математических формул и предназначенного для статистического контроля процессов, оптимальным вариантом является платформа с вложенной подсистемой автоматического построения диаграммы. Выбор был ориентирован на широко распространенную платформу — MATLAB [5]. В ней могут быть реализованы специальные модули, выполняющие статистический контроль и построение контрольных карт.


 Рис. 2. Схема обобщенного алгоритма построения пар \bar{X} -R карты и \bar{X} -S карты

Разработанное приложение позволяет на данном этапе строить три типа контрольных карт: контрольные карты средних (\bar{X} -карты), контрольные карты размахов (R-карты), контрольные карты среднеквадратических отклонений (s-карты) и их комбинации (\bar{X} -R- и \bar{X} -s карты). Выбор типа карты зависит как от особенностей анализируемого процесса, так и от поставленных целей и задач. Ниже приведен алгоритм работы с созданным ПО, включающий в себя главные характеристики, формулы и коэффициенты для построения контрольных карт, которые были применены в разрабатываемом программном обеспечении. Шаблон контрольных карт, формулы, коэффициенты, используемые в приложении — приведены в соответствии с ГОСТ Р ИСО 7870–2–2015 [6].

Порядок работы с модулем:

- ◆ ввести первоначальные данные:
- ◆ n — число индивидуальных значений в подгруппе или объем подгруппы,
- ◆ k — число подгрупп, использованных для вычисления контрольных границ,
- ◆ x_i — таблица значений исследуемой (измеренной) характеристики качества;
- ◆ определиться с типом карт, которые будут строиться, формулы, коэффициенты выбираются автоматически. Создан модуль соответствующих коэффициентов, программа обращается к этим

коэффициентам в зависимости от типа карты и объема подгруппы.

- ◆ нажать кнопку «построить».

Схема обобщенного алгоритма построения пар \bar{X} -R карты и \bar{X} -s карты представлена на рисунке 2.

Главное окно разработанного приложения представляет собой форму бланка для ведения контрольной карты. Данный программный продукт функционирует на базе операционной системы Windows. Интерфейс программы представлен на рисунке 3.

Апробация разработанного приложения Mars проходила в два этапа:

- ◆ тестирование демо-версии;
- ◆ апробация «рабочей версии» приложения.

Тестирование демо-версии проводилось с группой экспертов, уверенно-владеющих ручным способом ведения и анализа контрольных карт. На этом этапе был оптимизирован пользовательский интерфейс приложения, даны рекомендации разработчикам, например, первоначально построенная КК стиралась в момент начала нового сеанса работы, поэтому впоследствии предусмотрели сохранение построенных контрольных карт.

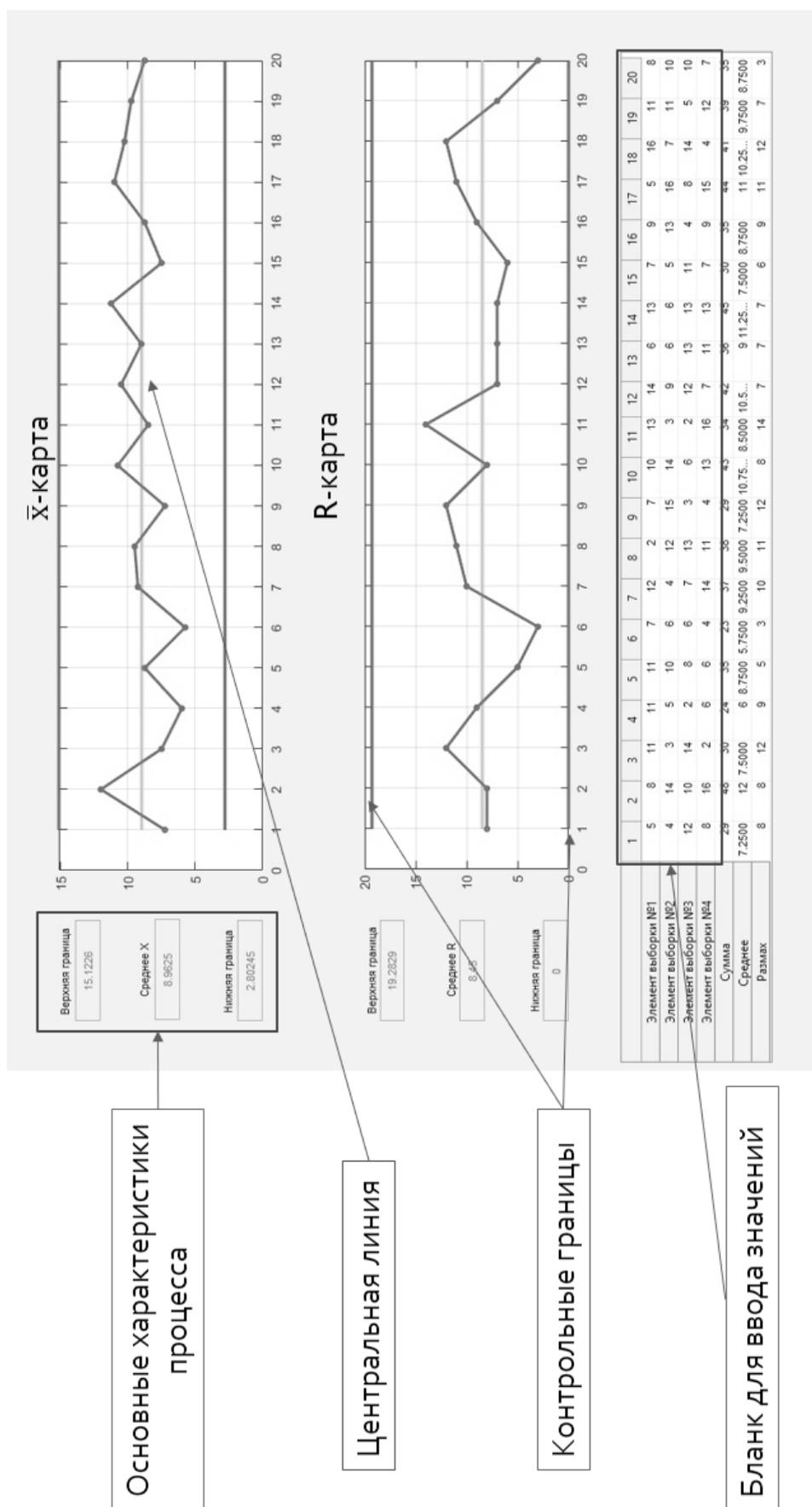


Рис. 3. Пользовательский интерфейс приложения

На втором этапе апробация проводилась с двумя группами экспертов:

- ◆ уверенно владеющие КК;
- ◆ применяющие впервые.

Общий охват экспертов, участвовавших в апробации, составил 13 человек.

Апробация преследовала следующую цель — настроить приложение на запросы потребителей: сделать интуитивно-понятный интерфейс и обеспечить прослеживаемость расчетов, необходимых для построения КК.

Проблем с навигацией и логикой выполнения задач не возникло ни в одной из групп экспертов, поскольку была разработана инструкция по установке и применению, что подтвердило качество разработанной инструкции.

В ходе апробации с первой группой было выявлено ряд достоинств использования средств автоматизации для построения КК. По большей части это связано с исключением человеческого фактора: уменьшением времени на расчет основных характеристик, заполнением шаблона контрольного листа и построением диаграмм. Также во время проведения апробации было выявлено следующее преимущество — возможность выбора типа пары КК (\bar{x} -R карты или $\bar{\bar{x}}$ -S карты) в приложении способствует выявлению чувствительности используемой

пары, что позволяет подобрать наиболее оптимальную комбинацию КК для каждого процесса.

В целом, апробация показала, что представление работы с КК в автоматизированном виде позволяет новичкам в три раза быстрее овладеть навыками работы с КК, а уверенным пользователям — на 30% больше уделить время анализу КК.

Эксперты первой группы оставили пожелание:

- ◆ внедрить в программу автоматическое заполнение ячеек таблицы путем «вставки» скопированных значений, которое помогло бы ускорить введение значений в ячейки;
- ◆ сместить таблицу с заданными значениями параллельно диаграммам контрольных карт в соответствии с номером выборки. Это в перспективе сократит количество ошибок при чтении КК аналитиком.

При решении исследовательских задач в области технологических процессов сотрудники лабораторий вузов зачастую не учитывают находится ли процесс в состоянии статистической устойчивости, это может приводить к ложным выводам, поскольку корреляция между факторами, влияющими на процесс, может искажаться особыми причинами изменчивости [3]. Разработанное приложение Mars поможет идентифицировать состояние процесса и исключить ошибочные выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования = Quality management systems. Requirements: Национальный стандарт РФ.— Введ. 01.11.2015. — М.: Стандартиформ, 2015.
2. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь = Quality management systems. Fundamentals and vocabulary: Национальный стандарт. — Введ. 01.11.2015. — М.: Стандартиформ, 2015. — [88 л.]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124393/> (дата обращения 19.04.2020)
3. Акуленок М.В., Шидула О.С. Учебное пособие. Статистическое управление процессами. Часть 1. Контрольные карты управляемости. М.: РИО МИЭТ, 2013, стр. 84
4. Локтев Д.А. Статистическое управление производственными процессами — ключ к успеху современного промышленного предприятия Текст научной статьи по специальности «Прочие технологии» Локтев Д.А. <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskoe-upravlenie-protsessami-kak-sposob-snizheniya-proizvodstvennyh-zatrat-i-povysheniya-kachestva-produktsii/viewer>
5. Корнеев, В.И. Визуализация в научных исследованиях: учебное пособие / В.И. Корнеев, Л.Г. Гагарина, М.В. Корнеева. — Москва: Инфра-М, 2021. — 400 с.
6. ГОСТ Р ИСО 7870–2–2015 Статистические методы контрольные карты Часть 2 Контрольные карты Шухарта statistical methods. Control charts. Part 2. Shewhart control charts
7. Акуленок М.В., Шидула О.С., Шидула Р.Д. Алгоритмизация анализа стабильности производственных процессов //в Сборнике: Актуальные проблемы информатизации в цифровой экономике и научных исследованиях. материалы Международной научно-практической конференции. 2019. С. 5–10

© Тихонов Мартин Робертович (kurotenshi91@yandex.ru),

Акуленок Марина Викторовна (amv@s2q.ru), Шидула Ольга Сергеевна (oshik78@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ МАКРОБЛОКОВ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ АРТЕФАКТОВ ПОТЕРИ ДАННЫХ В ВИДЕО

ANALYSIS OF MACROBLOCKS IN THE PROBLEM OF DETECTING ARTIFACTS OF DATA LOSS IN VIDEO

**A. Ustin
S. Fedosin
M. Sokolova**

Summary. The article analyzes the H.264 MPEG-4 Part 10 video codec in the context of finding solutions to simplify the detection of data loss artifacts in video materials. Due to the high resource consumption of both the algorithmic approach and the neural network, an attempt was made to reduce these costs by obtaining and processing additional information obtained directly from the structure of the video codec. The article focuses on the use of a macroblock table to speed up the algorithms for detecting data loss artifacts.

Keywords: video analysis, quality assessment, video, artifacts, data loss, packet loss, h264.

Устин Антон Михайлович

Аспирант, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет имени
Н.П. Огарёва, Саранск
ustinam95@yandex.ru

Федосин Сергей Алексеевич

К.т.н., профессор, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет имени
Н.П. Огарёва, Саранск
fedosinsa@mrsu.ru

Соколова Мария Сергеевна

Аспирант, Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет имени
Н.П. Огарёва, Саранск
Manunia131313@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ видеокодека H.264 MPEG-4 Part 10 в контексте поиска решений для упрощения обнаружения артефактов потери данных в видео материалах. В связи с высокой ресурсозатратностью как алгоритмического подхода, так и нейросетевого, была предпринята попытка снизить эти расходы путем получения и обработки дополнительной информации, получаемой непосредственно из структуры видео кодека. В статье особое внимание уделяется использованию таблицы макроблоков для ускорения работы алгоритмов обнаружения артефактов потери данных.

Ключевые слова: анализ видео, оценка качества, видео, артефакты потери данных, артефакты потери пакетов, h264.

Введение

На практике для передачи цифрового видео его предварительно сжимают для того, чтобы подстроиться под пропускную способность сети и для эффективного хранения. Обычно используются методы кодирования видео с потерями, что приводят к деградации качества видео, что называют искажением источника. Помимо того, в процессе передачи видео его качество может быть снижено из-за ошибок передачи, в частности из-за потери пакетов. Этот тип артефактов видео называется искажением канала, при этом проявляются типичные визуальные характеристики, которые принципиально отличаются от артефактов искажения источника. Степень искажения канала зависит от множества различных факторов: от количества потерянных пакетов, размеров повреждений в них, от самого видеоконтента, а также от параметров кодирования и самого используемого метода кодирования материалов. В ко-

нечном итоге все это влияет на визуальное качество, воспринимаемое конечным пользователем.

Обнаружение искажений канала может быть полезно как при адаптивной потоковой передаче (например, при ретрансляции поврежденные пакеты могут быть запрошены повторно), так и при анализе локальных архивов видеоматериалов, для их последующего исправления и восстановления при обнаружении проблем.

И если при сетевой передаче в теории у пользователя или у оборудования может быть доступ к сетевой статистике, на основе которой можно делать предположение о потере пакетов для запроса повторной отправки, то для локальных архивов и для случаев с отсутствием информации о сетевом соединении такой возможности может не быть. В таких случаях может подойти сценарий анализа самого видеопотока с поиском и обнаружением артефактов непосредственно в нём.

S	S	S	S	S	S	S	P	I	P	B	P	B	S	S	S	S	S	S	S	
S	S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S
S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S
S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S
S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S
S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S
S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S
S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S
S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S
S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	B	S	S	S	S	S	S	S

Рис. 1. Пример таблицы макроблоков. S — макроблоки типа «Skip», PP, PB, PI — макроблоки, которые используют информацию из различных кадров, I — макроблоки исходного кадра

В последние годы, в связи с быстрым ростом медиа-контента, растет и потребность компаний в алгоритмах оценки качества и поиска артефактов в видео. Особым спросом пользуется класс не ссылочных (Non-Reference) алгоритмов, которым не требуется исходное видео для анализа текущего. Традиционные алгоритмы этого класса основаны на наборах числовых функций, которые объединяют для получения итогового индекса качества изображения. Еще в этом классе алгоритмов на данный момент все больше набирает популярность машинное обучение, которое не только эффективно находит индексы качества, но и находит, а также исправляет различных артефакты изображений. Все эти алгоритмы объединяет оценка пространственных особенностей изображений, таких как локальные разрывы блоков, нарушение распределений или временных паттернов цветов пикселей на изображениях. Все это требует значительных ресурсов и имеет большие времензатраты. Обычно в исследованиях используется гибридный подход в виде исследования сетевой информации и видеопотока, однако мы ориентируемся на информацию от видеокодека с видеопотоком.

Декодирование видео с кодеком H264 и артефакты потери пакетов

Семейство сжатия видео MPEG, в частности MPEG 4 Part 10 (он же H264) использует структуру гибридного кодирования. Межкадровое и внутрикадровое кодирование используются совместно для уменьшения размера видео. Помимо этого используются группы кадров (GOP)[2] для упрощения кодирования видео. Как при сжатии JPEG, блочное кодирование добавляет пространственные артефакты сжатия. При передаче

по сети изображение может терять некоторые блоки, что приводит к артефактам потери пакетов, которые проявляются как квадратные области, заполненные цветным шумом.

Типы кадров

MPEG указывает [3], что кадры должны делиться на категории с названиями I, P и B (в MPEG 4 так же есть SI и SP, но они нужны для переключения между потоками и не представляют интереса в данной теме).

I-кадры — кадры, кодирующиеся независимо от других кадров. Процесс их кодирования похож на сжатие JPEG изображение, где сжимаются блоки размером 8 на 8 пикселей.

P и B кадры представляют собой типы кадров, которые кодируются для удаления временной избыточности видео. Это достигается использованием предсказаний с оценкой и компенсацией движений. В результате в этих типах кадров анализируются и кодируются только изменения из ссылочных кадров. Причем макроблоки оценки и компенсации движения имеют размер 16 на 16 пикселей, в то время как макроблоки пространственных компенсаций имеют размер аналогичный I кадрам — 8 на 8 пикселей.

P-кадры — кадры, использующие в качестве опорного предшествующие им I и P кадры.

B-кадры — кадры, которые могут использовать в качестве опорных предыдущие и последующие кадры как I, так и P типа.



Рис. 2. Интерфейс разработанной программы для анализа макроблоков. Желтым выделены макроблоки типа «Skip»



Рис. 3. Модифицированный алгоритм NPBM

Таблица макроблоков

Каждый кадр, вне зависимости от его типа, имеет таблицу макроблоков (Рисунок 1).

Каждый макроблок имеет базовый размер 8 на 8 пикселей и набор характеристик-типов. Среди типов макроблоков есть те, которые сообщают о реальном раз-

мере блока, например увеличивающий его размер или наоборот, уменьшающей. Так же в каждом макроблоке содержится информация, откуда он взят. Сделано это по тому же принципу, по которому работают P и B кадры — макроблок может быть взят из следующего кадра или предыдущего, или вовсе иметь непосредственное представление. Так же он может не нести в себе информацию откуда он взят и как его обрабатывать, в данном

Таблица 1. Времязатраты до и после учета Skip макроблоков

	NPBM	LeNet
С учетом SKIP Mb	00:05:27	00:12:17
Оригинальный алгоритм	00:09:22	00:21:17

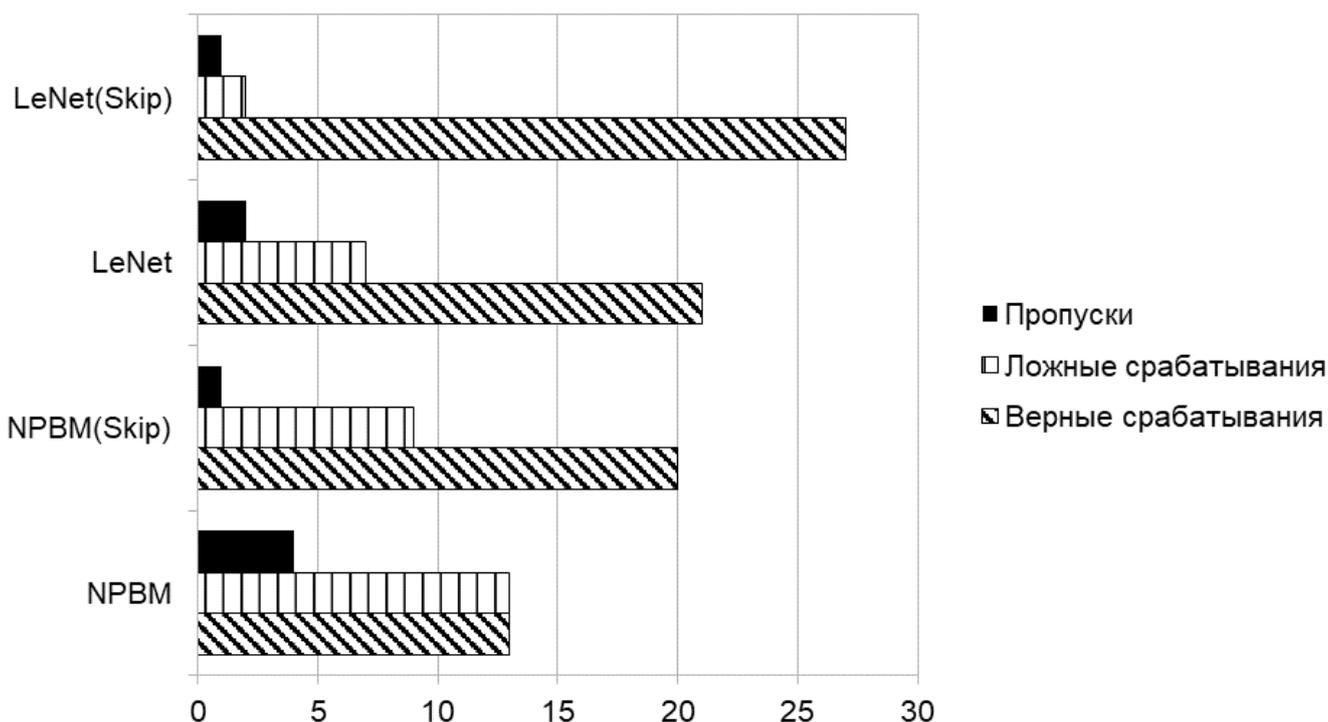


Рис. 4. Количество ложных срабатываний, верных и пропусков

случае макроблок имеет тип «Skip» [5], то есть «пропущено». Каждый макроблок обычно имеет сразу несколько таких типов, сообщающие, например о том, что он размером 16 на 16 пикселей, взят из предыдущего кадра и пропущен.

Артефакты потери пакетов

Для анализа поведения макроблоков в видео с артефактами потери пакетов было написано программное обеспечение [6], которое экспортирует таблицу макроблоков из кодека и выводит эту информацию на экран (Рисунок 2).

В ходе проведенного анализа видео, содержащего данные артефакты, было установлено, что они не попадают в макроблоки типа «Skip». В связи с этим было решено использовать это свойство в классических алгоритмах и в анализе нейронными сетями с целью уменьшить количество обрабатываемой информации и как следствие, снизить время обработки.

Для исследования было решено взять алгоритм NPBM[4] и модернизировать его для работы с учетом пропущенных макроблоков типа «Skip». Так же алгоритм учитывая кадры типа «I», которые не содержат в себе макроблоков данного типа. Итоговая схема данного алгоритма представлена на рисунке 3.

В качестве архитектуры для нейронной сети была выбрана LeNet[1], в силу её простоты, малого размера и достаточной сложности для определения типов артефактов на изображении.

Для тестирования алгоритмов было создано видео с размером кадра 1920 на 1080 пикселей. Результаты работы алгоритмов показаны на рисунках ниже.

Как видно из данных, приведенных выше, время работы алгоритмов уменьшилось, а количество верных срабатываний увеличилось. В связи с этим, данную особенность декодирования видеофайлов действительно можно применять на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. LeCun, Y.; Boser, B.; Denker, J.S. "Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition". *Neural Computation*. 1 (4): [1998] с 541–551.
2. Keyframe, interframe & Video compression | IBM Watson Media [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://blog.video.ibm.com/streaming-video-tips/keyframes-interframe-video-compression/#keyframe>, свободный. Дата обращения [04.11.2021]
3. ITU-T: Advanced video coding for generic audiovisual services [Текст] 2016 г с. 101.
4. Hantao Liu, Ingrid Heynderickx. A No-Reference Perceptual Blockiness Metric [Текст] / ICASSP 2008, с. 865–868
5. SKIP macroblocks — Vcodex [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.vcodex.com/news/skip-macroblocks/>, свободный. Дата обращения [04.11.2021]
6. Устин А.М. Ratevandr/h264MacroblockAnalyzer [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://github.com/Ratevandr/h264MacroblockAnalyzer>, свободный. Дата обращения [05.11.2021]

© Устин Антон Михайлович (ustinam95@yandex.ru),

Федосин Сергей Алексеевич (fedosinsa@mrsu.ru), Соколова Мария Сергеевна (Manunia131313@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

МЕТОДИКА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГАЗСИГНАЛИЗАТОРА

DIGITAL SIGNAL PROCESSING TECHNIQUE FOR INCREASED RESOLUTION OF A GAS DETECTOR

E. Shchuchkin

Summary. The study solves the problem of increasing resolution ability of gas detectors with the use of methods of digital signal processing of the signal from an analog gas sensor. The task is significant for industrial and domestic gas detectors. The article provides a diagram of the digital processing path for a typical gas detector module based on a microcontroller with an analog-to-digital converter, an operational amplifier and a gas sensor. The proposed signal-processing path includes temperature compensation unit and a digital low-pass filter. The paper proposes a quasi-linear model of the dependence of the gas sensor signal of temperature for generating of correction coefficients that can compensate the temperature error when operating in an extended temperature range. An algorithm proposed for the implementation of a digital low-frequency filter that increases the resolution of the gas detector based on interpolating the initial discrete data with cubic splines. An important mathematical result of the study is that the method of selecting interpolation nodes allows minimizing the absolute error modulus of the approximating curve with respect to the initial data. Based on the simulation results, a comparison made between the filter described in the article and the median filter. From the point of view of the theoretical study, the proposed method of digital signal processing can increase the resolution of gas detectors in determining the gas concentration, allowing abandoning installation of precision components and reducing the cost of the final product.

Keywords: digital signal processing, analog sensor, gas detector, median filter, interpolation, sensor resolution.

Щучкин Евгений Юрьевич

Аспирант, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
shchuchkin-pkims@yandex.ru

Аннотация. В работе решается задача повышения разрешающей способности газосигнализаторов за счет применения методов цифровой обработки сигнала от аналогового датчика газа. Задача является значимой для газосигнализаторов промышленного и бытового назначения. В статье приведена схема тракта цифровой обработки для типового устройства газосигнализатора, выполненного на основе микроконтроллера с аналого-цифровым преобразователем, операционного усилителя и датчика газа. Предложенный тракт обработки сигнала включает в себя блоки компенсации влияния температуры и фильтр низких частот. В работе предложена квазилинейная модель зависимости сигнала датчика газа от температуры для формирования поправочных коэффициентов, компенсирующих ошибку при работе в расширенном диапазоне температур. Предложен алгоритм реализации цифрового фильтра низких частот, повышающего разрешающую способность газосигнализатора методом интерполяции исходных отчетов кубическими сплайнами. Важный математический результат проведенного исследования состоит в том, что методика выбора узлов интерполяции позволяет минимизировать модуль абсолютной ошибки аппроксимирующей кривой по отношению к исходным данным. По результатам моделирования было проведено сравнение описанного в статье фильтра со медианным фильтром. С точки зрения проведенного теоретического исследования можно заключить, что предложенный метод цифровой обработки сигналов может повысить разрешающую способность газосигнализаторов при определении концентрации газа, позволяя отказаться от прецизионных компонентов и снизить стоимость конечного изделия.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, аналоговый датчик, газосигнализатор, медианный фильтр, интерполяция, разрешающая способность.

Введение

Газосигнализаторы предназначены для определения утечек бытовых, природных или сжиженных газов и устанавливаются в жилых, промышленных или складских помещениях. Современные газосигнализаторы при превышении нижнего концентрационного порога распространения пламени (НКПР) или предельно допустимой концентрации (ПДК) газа в среде выдают световой и звуковой аварийные сигналы, имеют выход управления запорным клапаном, реле, а также проводные и радио интерфейсы обмена данным со внешними устройствами.

Одним из широко распространенных типов датчиков газа является электрохимический датчик, поскольку он обладает сравнительно низкой стоимостью, линейной зависимостью напряжения от концентрации газа, низким энергопотреблением и высокой избирательностью [1]. Как правило, выходной сигнал с таких датчиков усиливается операционным усилителем и подается на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Оцифрованный сигнал обрабатывается микроконтроллером, установленным на модуль. Микроконтроллер выполняет первичную обработку сигнала, вычисляет текущее значение концентрации газа в окружающей среде и передает данные на централизованную систему управле-

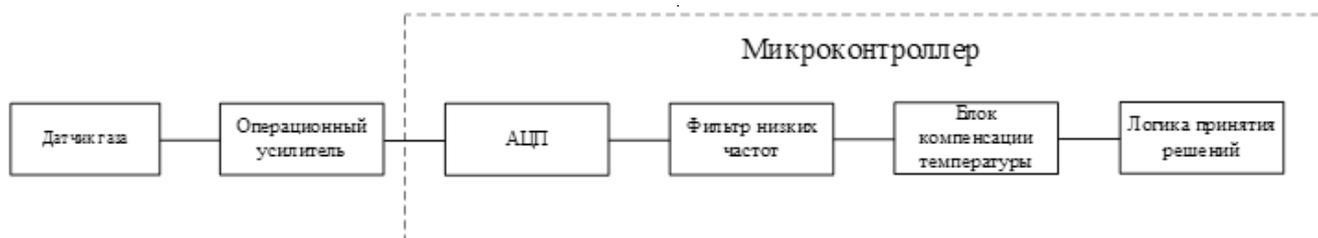


Рис. 1. Тракт цифровой обработки сигнала датчика газа, обеспечивающий повышенную разрешающую способность

ния или самостоятельно принимает решение о выдаче аварийных сигналов [2].

Для снижения конечной стоимости изделия разработчикам приходится применять дешевые компоненты с высоким разбросом характеристик, что в свою очередь приводит к повышению уровня шумов, температурной нестабильности и, как следствие, к увеличению ошибки при определении уровня концентрации газа. Одним из способов борьбы с данными эффектами является цифровая обработка сигналов (ЦОС).

При цифровой фильтрации исходных отчетов выборки АЦП зачастую применяется медианный фильтр в виду простоты его реализации [3, 4]. Суть метода заключается

в сортировке по возрастанию N исходных отчетов с их последующей заменой значением отчета, оказавшегося в середине упорядоченного списка. В случае с четным количеством исходных отчетов на выход фильтра выдается среднее арифметическое двух центральных отчетов упорядоченного списка. Медианный фильтр позволяет сгладить выбросы в исходном сигнале и провести децимацию отчетов [5, 6].

Тем не менее, данный способ цифровой фильтрации обладает рядом недостатков. На выходе медианного фильтра сигнал остается дискретным, а значит обладает шумом квантования. Фильтр не подразумевает преобразования исходных дискретных данных с шумами в непрерывный сигнал за счет усреднения с целью повышения разрешающей способности, т.е. так называемый дизеринг [7].

Разрешающая способность газосигнализатора может быть повышена если заменить дискретный сигнал непрерывной кусочно-гладкой функцией. Данная задача может быть решена интерполяцией кубическими сплайнами. В таком случае встает вопрос выбора узлов интерполяции. Значения на выходе медианного фильтра несут случайный характер и могут не коррелировать с соседними отчетами в окне. В данной статье описана

методика получения узлов интерполяционной сетки для построения зависимости напряжения от концентрации газа при помощи кубических сплайн-функций, а также предложена схема обработки сигнала датчика с целью повышения разрешающей способности.

Постановка задачи

Современные газосигнализирующие устройства представляют из себя встраиваемую микропроцессорную систему, состоящую из датчика газа, датчика температуры, усилителей и микроконтроллера с АЦП. Одной из задач при разработке устройств такого класса является цифровая обработка поступающих с датчика данных. Целью цифровой обработки является фильтрация шумов, повышение разрешающей способности устройства и компенсация влияния внешних факторов, таких как изменение температуры и влажности. Тракт обработки сигнала от датчика схематично представлен на рис. 1. Задача по обеспечению высокой разрешающей способности, при снижении требований к характеристикам компонентов на плате, решается применением более сложных алгоритмов ЦОС [8, 9]. Таким образом, требуется разработать методику цифровой обработки сигнала датчика газа с повышенной разрешающей способностью.

Методика цифровой обработки входного сигнала

Блок компенсации температурного дрейфа на рис. 1 должен отдельно учитывать дрейф напряжения смещения операционного усилителя и дрейф сигнала датчика. Для операционного усилителя зависимость напряжения от температуры является линейной, а коэффициент пропорциональности, как правило, приведен в документации на конкретную модель усилителя. Для датчика газа зависимость является квазилинейной. Компенсация влияния температуры на сигнал датчика может быть осуществлена за счет деления входной последовательности данных на поправочный коэффициент из массива в постоянной памяти микроконтроллера в зависимости от температуры окружающей среды. Значения для мас-

$$k_T(T) = \begin{cases} \frac{V(-10) - V(-20)}{V(25) - V(25)} \cdot (T + 20) + \frac{V(-20)}{V(25)}, & \text{если } -20 \leq T \leq -10; \\ \frac{V(0) - V(-10)}{V(25) - V(25)} \cdot (T + 10) + \frac{V(-10)}{V(25)}, & \text{если } -10 \leq T \leq 0; \\ \frac{V(10) - V(0)}{V(25) - V(25)} \cdot (T + 0) + \frac{V(0)}{V(25)}, & \text{если } 0 \leq T \leq 10; \\ \dots \\ \frac{V(50) - V(40)}{V(25) - V(25)} \cdot (T - 40) + \frac{V(0)}{V(25)}, & \text{если } 40 \leq T \leq 50, \end{cases}$$

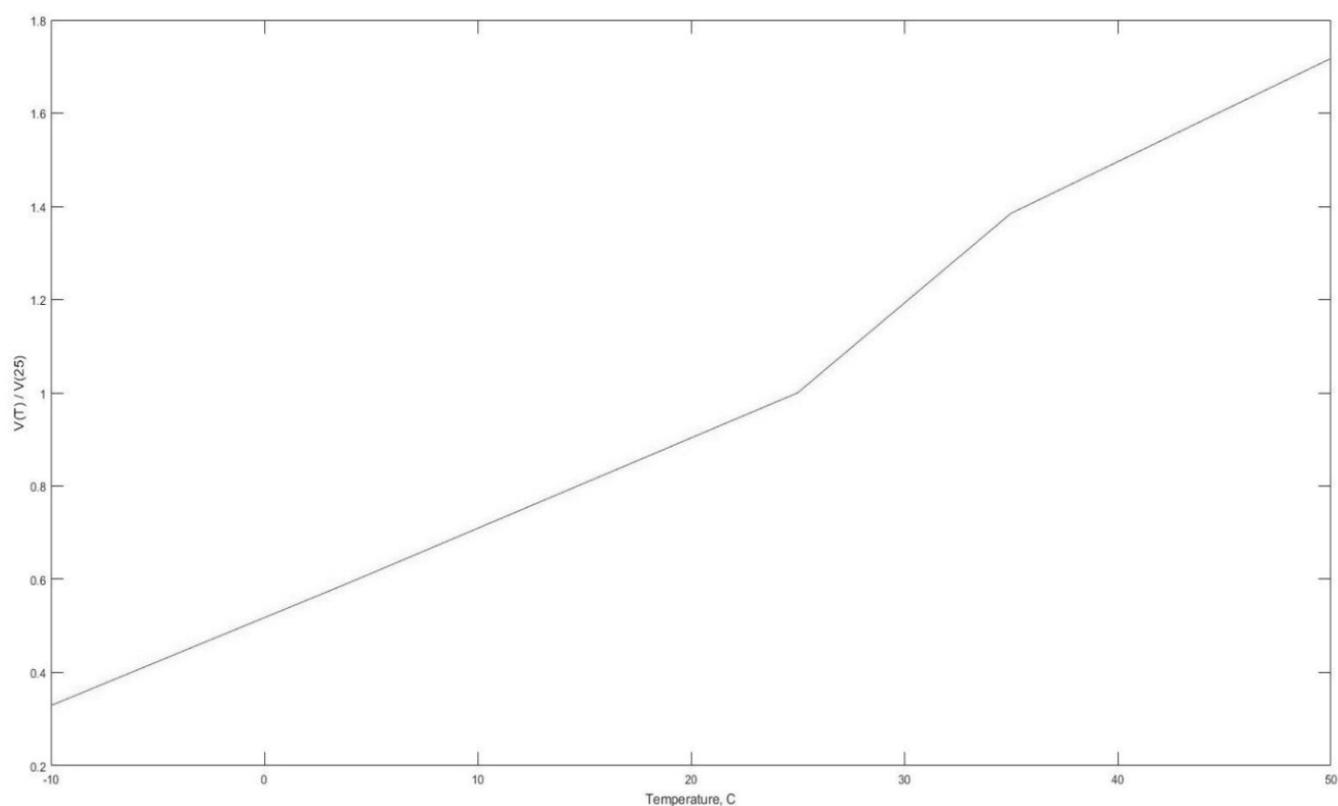


Рис. 2. Отношение напряжения на выходе датчика в зависимости от температуры к напряжению на выходе при температуре 25° С

сива коэффициентов можно получить на основе кусочно-линейной функции $k_T(T)$, аппроксимирующей температурную зависимость датчика. Так при построении модели датчика газа в диапазоне температур от минус 10 до 50 градусов Цельсия с шагом в 10 градусов функция будет иметь следующий вид (формула сверху полосы), где T — значение температуры окружающей среды,

V — вектор значений напряжения датчика газа при заданной температуре.

Пример такой зависимости для датчика ME2-CO Winsen приведен на рис. 2. Значения напряжений для построения функции можно получить из документации на датчик или при калибровке модулей в процессе ис-

```

1. function data_filtered = digital_filter(data, window, gap)
2.     data_filtered = data;
3.     data_length = size(data);
4.     data_length = data_length(2);
5.     for j = 1: window: data_length-window
6.         A = null(1);
7.         for i = j: j+window
8.             A = [A data_filtered(i)];
9.             sort (A);
10.        end
11.    for i = j: j+window
12.        data_filtered(i) = rms (A(gap: window-gap));
13.    end
14. end
15. end
    
```

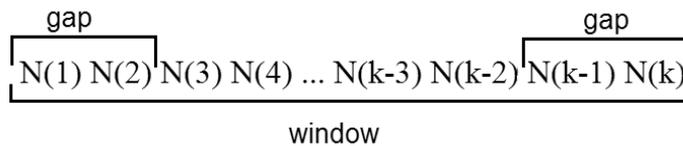


Рис. 3. Пример реализации метода для массива N из k -элементов с параметром $gap = 2$

пытаний. Данный подход применим и для компенсации влияния на измерения влажности.

Основными задачами блока фильтра низких частот на рис. 1 является децимации входной последовательности отчетов АЦП, уменьшения шумов и исключение выбросов, образованных в результате воздействия помех [10]. Поскольку данные от АЦП являются дискретными, то можно применить дизеринг и рассчитать среднее квадратичное отклонение по группе из нескольких отчетов. Таким образом, можно снизить шум квантования [11, 12]. После дизеринга сигнал останется дискретным. Для вычисления значений концентрации газа между отчетами необходимо провести интерполяцию.

Глобальные методы интерполяции обладают недостатками, связанными с высокой чувствительностью интерполяционных коэффициентов к входным данным, а также высокой степенью полинома и, как следствие, высокой вычислительной сложностью. Данных проблем можно избежать при использовании для интерполяции кубических сплайнов. Они могут быть представлены в виде полинома:

$$P_3(x) = \alpha x^3 + \beta x^2 + \gamma x + \delta. \tag{1}$$

Кубические сплайны требуют расчета всего четырех коэффициентов и при этом не имеют разрыва производной в узлах как, например, лагранжевы сплайны [13].

Методика выбора узлов интерполяционной сетки

Математическая задача, решаемая в работе, состоит в том, чтобы после децимации и фильтрации исходной последовательности данных определить узлы интерполяционной сетки и построить интерполяционную кривую по формуле (1), оптимизировав модуль абсолютной ошибки.

Пусть дана последовательность N из k дискретных отчетов с АЦП. Для получения узлов интерполяционной сетки можно воспользоваться следующим алгоритмом:

1. отсортировать отчеты $N(k)$ по возрастанию;
2. из отсортированного массива исключить gap отчетов с начала и gap отчетов с конца;
3. вычислить среднее квадратическое значение оставшихся $k - 2 \cdot gap$ отчетов;
4. заменить значения исходных k отчетов на среднее квадратическое значение, вычисленное на предыдущем шаге.

Параметр gap необходим чтобы исключить из входной последовательности выбросы, которые после сортировки окажутся по краям массива, а $window$ задает размер окна фильтра. Пример разбиения исходной последовательности k отчетов с окном $window$ по предложенному методу с параметром $gap = 2$ изображен на рис 3. В данном примере после применения предложенного

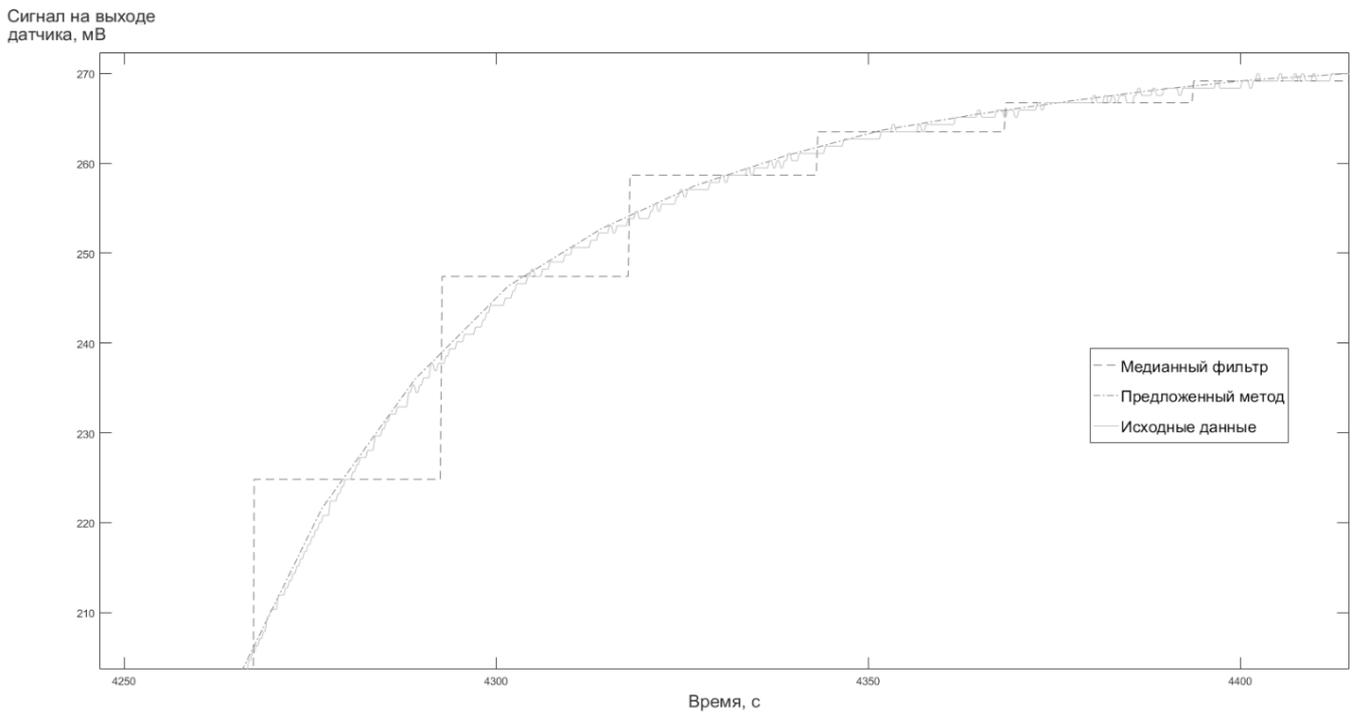


Рис. 4. Графики сигнала датчика газа без обработки, после медианного фильтра и обработанные предложенным методом

фильтра значения всех отчетов будут равны среднему квадратическому от значений отчетов

$$N(3), N(4), \dots, N(k-3), N(k-2).$$

Ниже представлена реализации описанного метода в виде функции на языке MATLAB. Аргументы функции: *data* — вектор-столбец с исходными данным, *window* — ширина окна фильтра, *gap* — количество исключаемых с краев отчетов (код сверху страницы).

Результаты цифровой обработки сигнала датчика газа

Описанная в работе методика цифровой обработки сигнала с датчика газа была реализована в виде программы в комплексе MATLAB. В данном разделе приведены результаты фильтрации последовательности данных полученной с АЦП микроконтроллера модуля газосигнализатора CO, а также выполнено сравнение предложенной методики фильтрации с традиционным медианным фильтром. На рис. 4 приведены графики исходных данных с датчика, данные обработанные медианным фильтром и данные обработанные предложенным методом. Представленные на рис. 5 графики иллюстрируют высокую точность аппроксимации промежуточных значений при применении предложенного метода цифровой обработки.

Средствами программного комплекса MATLAB была проведена оценка быстродействия разработанного метода. В таблице 1 приведены значения времени выполнения функций фильтрации для массивов отчетов с разным количеством элементов. Можно отметить, что время выполнения программы по описанной в статье методике превышает время фильтрации медианным фильтром, но при этом составляет доли секунды. Исходя из стандарта ГОСТ Р 50759–95 время реакции систем газосигнализаторов должно составлять не более 1 минуты, а согласно EN50291–1 — не более 3 минут, что делает применимым на практике предложенный метод цифровой фильтрации [14].

Заключение

В работе предложена методика цифровой обработки сигнала датчика газа, позволяющая повысить разрешающую способность газосигнализатора. Предложена схема обработки сигнала, включающая температурную компенсацию на основе построенной квазилинейной модели датчика и алгоритм реализации цифрового фильтра низких частот. Также в данной статье описана методика построения интерполирующей кривой на основе кубических сплайнов и обоснован подход к выбору интерполяционных узлов, позволяющий оптимизировать модуль абсолютной ошибки при определении НКПР и ПДК газа.

Таблица 1. Время обработки массива данных в зависимости от количества элементов

Количество элементов в массиве исходных данных	Время на обработку данных медианным фильтром, мс	Время на обработку данных предложенным методом, мс
100	0,599	1,684
10000	20,854	63,897
50000	99,165	327,189

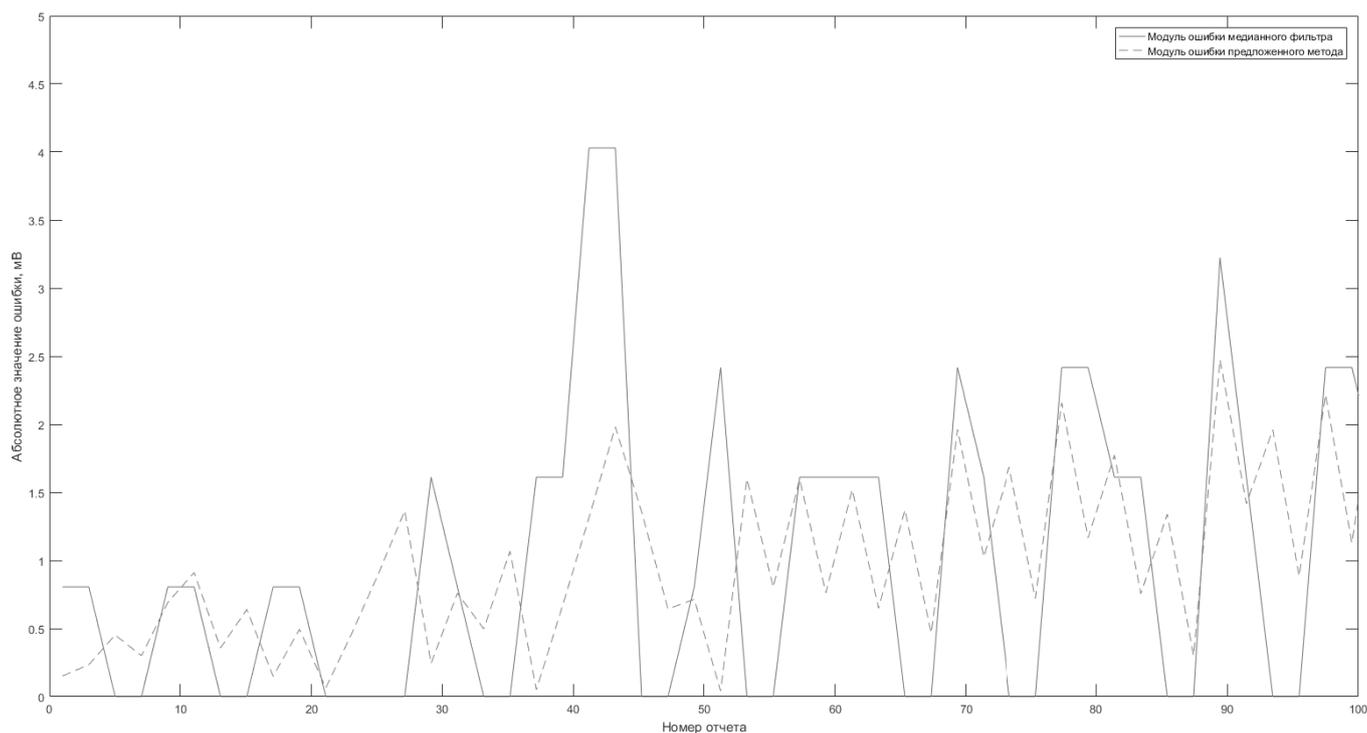


Рис. 5. Графики модуля абсолютной ошибки данных обработанных медианным фильтром и предложенным методом.

ЛИТЕРАТУРА

- Щучкин, Е.Ю. Сравнительный анализ принципов функционирования современных датчиков газа / Е.Ю. Щучкин // Научные горизонты.— 2018.— № 4(8).— С. 229–233.
- Камалдинов, И.А. Современное приборное обеспечение газового анализа / И.А. Камалдинов, И.Н. Белоглазов, Д.С. Киреев // Записки Горного института.— 2008.— Т. 177.— С. 79–81.
- Huang Ch., Sheu Yu. A high speed current-mode median filter for real-time signal processing // Asia-Pacific Conference on Circuits and Systems.— 2002.— Vol.1.— P. 25–28.— DOI 10.1109/APCCAS.2002.1114901.
- Huang Ch., Wei W., Liu B. Design of a 1.5 V analog current-mode median filter // Proceedings of the 2004 Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing Conference, 2004.— P. 211–215.— DOI 10.1109/ISSNIP.2004.1417464.
- Mutauranwa L., Nleya M. An efficient median filter in a robot sensor soft ip-core // 2013 Africon.— 2013.— P. 1–5.— DOI 10.1109/AFRCON.2013.6757651.
- Кошелев, В.И. Использование метода наименьших квадратов для повышения точности определения движения датчика угловой скорости / В.И. Кошелев, В.А. Белокуров // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов.— 2016.— Т. 6.— № 3.— С. 550–551.
- Садовский, А.И. Фильтрация сигналов аналоговых датчиков в системах автоматизированного электропривода / А.И. Садовский, Д.В. Бажутин // Инновационные перспективы Донбасса: материалы международной научно-практической конференции, Донецк, 20–22 мая 2015 года / ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (ДонНТУ).— Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2015.— С. 38–43.
- Васюков, С.А. Разработка алгоритмов обработки информационного сигнала и реализация комбинированного датчика удара, наклона и движения на основе 3-осевого MEMS-акселерометра / С.А. Васюков // Радиооптика.— 2016.— № 6.— С. 47–63.— DOI 10.7463/rdopt.0616.0850702.

9. Mainuddin F. et al. Single chip readout electronics for SAW based gas sensor systems / F. Mainuddin, U. Mittal, J. Kumar, A. Nimal, Sharma M.U. // 2017 IEEE SENSORS. — 2017. — P. 1–3. — DOI 10.1109/ICSENS.2017.8233886.
10. Федоренко, В.Ф. и др. Цифровые методы обработки данных при оценке тягового усилия тракторов / В.Ф. Федоренко, В.Е. Таркинский, Н.П. Мишуков, Н.В. Трубицын // Инженерные технологии и системы. — 2021. — Т. 31. — № 1. — С. 127–142. — DOI 10.15507/2658–4123.031.202101.127–142.
11. Verma R., Ganguli R. Denoising jet engine gas path measurements using nonlinear filters // IEEE/ASME Transactions on Mechatronics. — August 2005. — Vol. 10, No. 4. — P. 461–464. — DOI 10.1109/TMECH.2005.852454.
12. Чирков, Д.Г. Методы программной фильтрации данных для работы с ультразвуковыми датчиками в области робототехники / Д.Г. Чирков, А.Д. Стоцкая // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. — 2020. — Т. 1. — С. 155–158.
13. Матюшкин И.В., Заплетина М.А., Булах Д.А. Введение в геометрическое моделирование: Учеб. пособие. Ч. 1: Формально-математические средства / И.В. Матюшкин, М.А. Заплетина, Д.А. Булах; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет «МИЭТ». — М.: МИЭТ, 2019. — 240 с.
14. Козубовский, В.Р. Бытовые комбинированные приборы двойного назначения: извещатели пожарные газовые и газосигнализаторы загазованности помещений / В.Р. Козубовский, М.В. Федак // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23. — № 9. — С. 73–79.

© Щучкин Евгений Юрьевич (shchuchkin-pkims@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ТЕРАПИИ В ПОСТ-КОВИДНОМ ПЕРИОДЕ

THE MAIN DIRECTIONS OF REHABILITATION THERAPY IN THE POST-COVID PERIOD

**A. Achabayeva
I. Gelastanov
D. Kaskulova
D. Tlizamova
N. Maremshaova**

Summary. The post-covid period represents a set of symptoms that persist for 3 months after a COVID19 infection. The variety of complaints with which patients are observed by specialists of different profiles makes the problem of rehabilitation treatment most urgent.

Rehabilitation measures should be started as early as possible, even at the stage of inpatient treatment, and the management of such patients should be carried out by a multidisciplinary team of specialists.

The development of algorithms for restorative treatment in the post-covid period will contribute to a personalized approach aimed at shortening the rehabilitation period and maximizing the restoration of the functional state of the body.

Keywords: COVID19, post-covid period, rehabilitation.

Ачабаева Айшат Борисовна

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»
Aisha.aca@yandex.ru

Гелястанов Ибрагим Хизирович

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

Каскулова Диана Зауровна

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

Тлизамова Диана Аслановна

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

Маремшаова Наина Арсеновна

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

Аннотация. Пост-ковидный период представляет совокупность симптомов, сохраняющихся на протяжении 3-х месяцев после перенесенной инфекции COVID19. Многообразие жалоб, с которыми пациенты наблюдаются у специалистов разных профилей, делают проблему восстановительного лечения наиболее актуальной.

Реабилитационные мероприятия должны быть начаты как можно раньше, еще на этапе стационарного лечения, а ведение таких больных должно осуществляться мультидисциплинарной бригадой специалистов.

Разработка алгоритмов восстановительного лечения в пост-ковидном периоде будет способствовать персонализированному подходу, направленному на сокращение сроков реабилитации и максимальному восстановлению функционального состояния организма.

Ключевые слова: COVID19, пост-ковидный период, реабилитация.

Введение

Пост-ковидный период представляет собой клиническое состояние, развитие которого наблюдается спустя несколько недель после перенесенной острой инфекции COVID19. При анализе результатов лечения пациентов с новой инфекцией было отмечено, что угрозу представляет не только острый период, но и вре-

мя после него, даже у лиц, перенесших инфекцию в легкой форме.

Greenhalgh Trisha, et al. (2020) одними из первых предложили термин «long-covid», подразумевающий совокупность симптомов после перенесенного заболевания, которые сохраняются на протяжении более трёх недель с момента появления первых симптомов — «пост-о-

стрый (вероятно имеется ввиду — подострый) COVID-19» и более 12 недель — «хронический COVID-19» [1].

Некоторые исследователи полагают, что постковидный период тяжелее протекает среди пациентов, имеющих сопутствующую патологию (ожирение, сахарный диабет, гипертоническая болезнь и т.д.) и определяется степенью поражения отдельных органов и систем в остром периоде.

Среди наиболее часто диагностированных жалоб, наблюдаемых специалистами в амбулаторном звене, являются: нарушение функции кардиореспираторной системы (одышка, тахикардия, утомляемость, головные боли) и желудочно-кишечного тракта.

Большинство авторов сходятся во мнении, что проявления пост-ковидного синдрома определяются системностью характерных поражений (изменения в одной системе ассоциированы с нарушением функциональной активности другой).

Данные, изложенные в разработанных специалистами здравоохранения Российской Федерации Методических рекомендациях (2020 г.) свидетельствуют о необходимости осуществления медицинской реабилитации пациентам, перенесших COVID-19 на всех его этапах: стационарном и амбулаторно-поликлиническом [2]. Кроме того, своевременность их применения будет вносить значимый вклад в выздоровление пациентов без развития тяжелых осложнений.

Цель работы

Анализ литературных данных, посвященный вопросам восстановительной терапии в пост-ковидном периоде.

Восстановительное лечение на первом этапе (в терапевтическом отделении стационара) должно быть направлено на раннее восстановление функционирования пациента. Важное значение уделяется выполнению дыхательной гимнастики, направленной на усиление эвакуации мокроты при ее наличии. В случае диагностирования у пациента нарушения дренажной функции бронхов может быть использован метод постурального дренажа [3].

При проведении дыхательной гимнастики со специалистом пациенту должен быть предоставлен кислород по требованию (баллоны с кислородом или устройства, продуцирующие кислород). Сроки начала выполнения дыхательных упражнений, назначаемых врачом, определяются тяжестью состояния пациента: легкое течение позволяет рекомендовать их спустя 1 неделю после

начала заболевания; при среднетяжелом на 8-й день госпитализации в случае положительной динамики клинической картины и данных визуализационных методов исследования (компьютерной томографии, рентгенологического исследования и т.д.) [4].

Еще одним мероприятием восстановительного лечения на данном этапе является применение последовательного изменения положения тела пациента относительно горизонтальной плоскости. Оно должно соответствовать требованиям, изложенным в Клинических рекомендациях Союза Реабилитологов России по вертикализации [5].

Поддержание нутритивного статуса на целевом уровне может быть обеспечено энтеральным или парентеральным питанием [6].

В течение всего времени пребывания в стационаре пациент должен находиться под наблюдением психотерапевта с целью проведения нейропсихологической реабилитации для минимизации риска развития тревожно-фобических расстройств [7].

На 12–14 дни нахождения в стационаре при отсутствии осложнений и диагностируемой положительной динамики с целью улучшения дренажной функции бронхов может быть применимо физиолечение-дозированная аэроионотерапия [8].

Реабилитация на амбулаторном этапе после перенесенного COVID-19 должна начинаться, по возможности, как можно раньше и включать следующие аспекты [9]:

- ◆ восстановление/сохранение функционального статуса,
- ◆ контроль за течением хронических неинфекционных заболеваний,
- ◆ поддержание мобильности и сохранение ментального здоровья,
- ◆ вакцинопрофилактику острых инфекционных респираторных заболеваний.

При составлении плана восстановительного лечения терапевтами первичного звена должно уделяться внимание выполнению дыхательной гимнастики в режиме нарастающей нагрузки с клиническим контролем состояния (с постоянным или прерывистым положительным давлением на выдохе). Для этих целей могут быть использованы аппараты типа СИПАП, аппарата Фролова, PARI O-PEP; элементы дыхательной гимнастики А.Н. Стрельниковой, полного дыхания йогов, Цигун-терапии, техники мобилизации грудной клетки и ребер методами мануальной терапии, остеопатии, миофасциального релиза дыхательных мышц; коррекция мышечных триггеров дыхательной мускулатуры. [10,11].

Неоспоримым плюсом являются дополнительные аэробные нагрузки, длительность которых должна быть не менее 3-х раз в неделю. Оптимальная продолжительность курса 8–12 недель. У некоторых пациентов, имеющих слабые четырехглавые и ягодичные мышцы возможно применение нервно-мышечной электростимуляции [12].

Физиопроцедуры могут быть применимы при наличии 2-х отрицательных тестов ПЦР /или наличии антител после перенесенной COVID-19 инфекции.

Их целью является обеспечение противовоспалительного (ЭМП СВЧ), противоотечного, репаративно-регенеративного действия (низкочастотная магнитотерапия), противоболевого действия (высокочастотная импульсная магнитотерапия), спазмолитического (синусоидальные модулированные токи), дефибрирующего (ультразвуковая терапия), улучшение микроциркуляторных процессов (индуктотермия). Пациент должен находиться на динамическом наблюдении у врача-терапевта, врача общей практики, лечебной физкультуры, реабилитолога, диетолога, физиотерапевта. В случае необходимости возможна консультация специалиста узкого профиля [13].

Согласно Аналитическому Вестнику № 5, утвержденному Советом Федерации от 11 февраля 2021 года в состав мультидисциплинарной реабилитационной команды должны быть включены следующие специальности: специалист по эргореабилитации, специалист по физической реабилитации, медицинской психологии [14].

Основной проблемой в данный момент времени является отсутствие четких подходов к наблюдению лиц, перенесших коронавирусную инфекцию.

Зарубежными исследователями (Klok F.A., 2020) была разработана шкала «The Post-COVID-19 Functional Status (PCFS) Scale», которая позволяет с большой достоверностью оценить функциональное состояние пациентов в пост-ковидном периоде [15].

Ее применение в клинической практике позволит отслеживать динамику общего состояния на различных этапах восстановительного лечения.

Разработка определенных алгоритмов ведения пациентов на амбулаторно-поликлиническом этапе в настоящее время является перспективным направлением, позволяющим значительно снизить нагрузку на первичное звено и оптимизировать подходы к восстановительному лечению.

ВЫВОД

Развитие коронавирусной инфекции сопровождается не только тяжелым течением, но и пост-ковидным периодом, длительностью несколько месяцев, значительно ухудшающим общее состояние и снижающим качество жизни больных. Разработка алгоритмов ведения пациентов на данном этапе является залогом успешного их ведения, направленного на восстановление функционального состояния организма.

ЛИТЕРАТУРА

- Greenhalgh Trisha, Knight Matthew, A’CourtChristine, et al. Management of post-acute covid-19 in primary care. *BMJ*. 2020; 370: m3026
- Малявин А.Г., Адашева Т.В., Бабак С.Л. и др. Медицинская реабилитация больных, перенесших COVID-19 инфекцию. Методические рекомендации. *Терапия*. 2020; 5 (приложение): 1–48. doi: 10.18565/therapy.2020.5suppl.1–48.
- Liang Tingbo, Cai Hongliu, Chen Yu, Chen Zuobing, Fang Qiang, Han Weili, Hu Shaohua, Li Jianping, Li Tong, Lu Xiaoyang, Qu Tingting, Shen Yihong, Sheng Jifang, Wang Huafen, Wei Guoqing, Xu Kaijin, Zhao Xuehong, Zhong Zifeng, Zhou Jianying. Ed. Liang Tingbo. Handbook of COVID-19 Prevention and Treatment. 2020. 60 p. Available at: http://education.almazovcentre.ru/wpcontent/uploads/2020/03/Spravochnik_po_profilaktike_i_lecheniju_COVID_19.pdf (accessed 11.05.2020).
- Zhao HM, Xie YX, Wang C. Recommendations for respiratory rehabilitation in adults with COVID-19. *Chin Med J (Engl)*. 2020. [Ahead of print, published online 9 April 2020]. doi:10.1097/CM9.0000000000000848
- Алашеев А.М., Анисимова Л.Н., Белкин А.А., Вознюк И.А., Иванова Г.Е., Лубнин А.Ю., Лукьянов А.Л., Петриков С.С., Пирадов М.А., Полякова А.В., Сорокоунов В.А., Стаховская Л.В., Суворов А.Ю., Цветков Д.С., Хасанова Д.Р., Шамалов Н.А., Шестопалов Е.Ю., Щеголев А.В. Клинические рекомендации: Вертикализация пациентов в процессе реабилитации. Москва. 2014. 63 с
- Barazzoni R, Bischoff SC, Breda J, et al. ESPEN expert statements and practical guidance for nutritional management of individuals with SARS-CoV-2 infection 72 Версия 2 (31.07.2020) [published online ahead of print, 2020 Mar 31]. *Clin Nutr*. 2020; S0261–5614(20)30140–0. doi: 10.1016/j.clnu.2020.03.022
- Ahmed MZ, Ahmed O, Aibao Z, Hanbin S, Siyu L, Ahmad A. Epidemic of COVID-19 in China and associated Psychological Problems. *Asian J Psychiatr*. 2020 Apr 14; 51:102092. doi: 10.1016/j.ajp.2020.102092.
- Оленская Т.Л., Николаева А.Г., Соболева Л.В. Реабилитация в пульмонологии. Учебно-методическое пособие. Витебск. 2016. С. 90–104.
- Ларина В.Н., Рыжих А.А., Бикбаева Л.И. Пост-ковидный период: современный взгляд и клинические особенности. *Архив внутренней медицины*. 2021; 11(3): 186–195. DOI: 10.20514/2226–6704–2021–11–3–186–195
- Ambrosino N, Fracchia C. The role of tele-medicine in patients with respiratory diseases. *Expert Rev Respir Med*. 2017;11(11):893–900. doi:10.1080/17476348.2017.1383898

11. Donner CF, Raskin J, ZuWallack R, et al. Incorporating telemedicine into the integrated care of the COPD patient a summary of an interdisciplinary workshop held in Stresa, Italy, 7–8 September 2017. *Respir Med.* 2018; 143:91-102. doi: 10.1016/j.rmed.2018.09.003
12. Fossat G, Baudin F, Courtes L, et al. Effect of In-Bed Leg Cycling and Electrical Stimulation of the Quadriceps on Global Muscle Strength in Critically Ill Adults: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2018; 320 (4):368-378. doi:10.1001/jama.2018.9592
13. Greenhalgh Trisha, Knight Matthew, A'CourtChristine, et al. Management of post-acute covid-19 in primary care. *BMJ.* 2020; 370: m3026
14. Аналитический вестник № 5 (765). Реабилитация после COVID-19: проблемы и возможности. Материалы заседания Совета по региональному здравоохранению при Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации (Совет Федерации, 11 февраля 2021 года). Под общей редакцией А.Е. Петрова
15. Klok F.A., Boon G.J. A.M., Barco S., et al. The PostCOVID-19 Functional Status scale: a tool to measure functional status over time after COVID-19. *Eur Respir J.* 2020; 56(1): 2001494. doi: 10.1183/13993003.01494-2020.

© Ачабаева Айшат Борисовна (Aisha.aca@yandex.ru), Гелястанов Ибрагим Хизирович,
Каскулова Диана Зауровна, Тлизамова Диана Аслановна, Маремшаова Наина Арсеновна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова

СРАВНЕНИЕ РЕЖИМОВ СКАНИРОВАНИЯ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗМЕРОВ ДЕФЕКТОВ НАРУЖНОЙ КОРТИКАЛЬНОЙ ПЛАСТИНКИ У ПАЦИЕНТОВ С РЕЦЕССИЕЙ ДЕСНЫ В ОБЛАСТИ ФРОНТАЛЬНОЙ ГРУППЫ ЗУБОВ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

COMPARISON OF TWO MODES OF CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY FOR THE ASSESSMENT DEFECTS OF BUCCAL BONE PLATE IN ANTERIOR MANDIBULAE

**N. Bovanova
G. Golubeva**

Summary. The aim of this study was to evaluate the effect of voxel size in two different modes of CT scanning on the visualisation of the morphology of buccal cortical plate. Twenty CT scans of patients who underwent gingival plastic surgery in the mandibular anterior region were studied. CBCT data were obtained in two modes with a voxel size of 0.16 mm³ and 0.4 mm³. The surgical data and CT data were compared by Pearson correlation coefficient.

Voxel size 0.16 mm³ can be recommended for the assessment of the morphology of the buccal cortical plate. However, it is possible to overestimate the actual size of intrabony defects.

Keywords: cone beam computed tomography, gingival recession, buccal cortical plate, voxel size.

Бованова Надежда Викторовна

Аспирант, ФГАОУ ВО «Первый Московский
государственный медицинский университет имени
И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский
университет)
nadyab92@mail.ru

Голубева Галина Ивановна

Врач-рентгенолог, ООО «ЗД» независимые
рентгенодиагностические лаборатории

Аннотация. Цель данного исследования — оценить влияние размера воксельного элемента в двух режимах сканирования КЛКТ на визуализацию морфологии наружной кортикальной пластинки. Было изучено 20 компьютерных томограмм пациентов, которым были проведены операции по ликвидации рецессии десны в области фронтального отдела нижней челюсти. Данные КЛКТ получены на в режимах с размером вокселя 0,16 мм³ и 0,4 мм³. Проведено сравнение данных, полученных в ходе операционного вмешательства, и данных КЛКТ с помощью метода корреляции Пирсона.

Метод КЛКТ с использованием режима сканирования с размером воксельного элемента 0,16 мм³ может быть рекомендован для оценки архитектуры наружной кортикальной пластинки. Однако, возможна переоценка фактических размеров внутрикостных дефектов.

Ключевые слова: конусно-лучевая компьютерная томография, рецессия десны, наружная кортикальная пластинка, размер вокселя.

Конусно-лучевая компьютерная томография — современный метод диагностики органов и тканей челюстно-лицевой области, широко используемый для диагностики и планирования врачами-стоматологами всех специальностей [1,10,11].

Конусно-лучевые томографы имеют различные режимы сканирования, которые используются в соответствии с поставленными клиническими задачами [2,7]. Режимы сканирования определяются размером поля зрения (FOV): меньший размер FOV исследует область, ограниченную 2–3 зубами, а наибольший размер поля зрения позволяет визуализировать всю челюстно-лицевую область. Различные режимы сканирования отличаются не только исследуемой площадью, а также

техническими характеристиками, но наиболее важным параметром, влияющим на качество получаемых данных, является размер воксельного элемента [4,7,11]. Размер вокселя влияет на разрешение и качество изображения, а также на время сканирования и реконструкцию изображения [1,4,10,11].

Ранее были проведены исследования возможности метода КЛКТ оценить морфологию наружной кортикальной пластинки челюстей *in vivo*. В частности, Sun et al (2015), Timock et al (2011) исследовали точность визуализации дегисценций (щелевидный дефект) и фенестраций (окончатый дефект) в области фронтального отдела верхней челюсти [12, 13]. Однако, ранее не были проведены исследования возможности метода КЛКТ для

Таблица 1. Технические характеристики режимов сканирования.

Характеристика	3D Accuitomo 170 (J. Morita Mfg., Corp., Kyoto, Japan)	Planmeca ProMax 3D (Planmeca OY, Helsinki, Finland)
Размер FOV, см	8*8	27,5*27,5
Изотропный размер вокселя, мм ³	0,16	0,4
Напряжение, kV	90	120
Сила тока, mA	8	6
Время сканирования, сек	30,8	20
Угол вращения датчика	360	270
Зона исследования	Верхняя и нижняя челюсти, дно верхнечелюстных пазух	Череп
Показание для исследования	Планирование терапевтического и имплантологического лечения	Планирование ортодонтического лечения

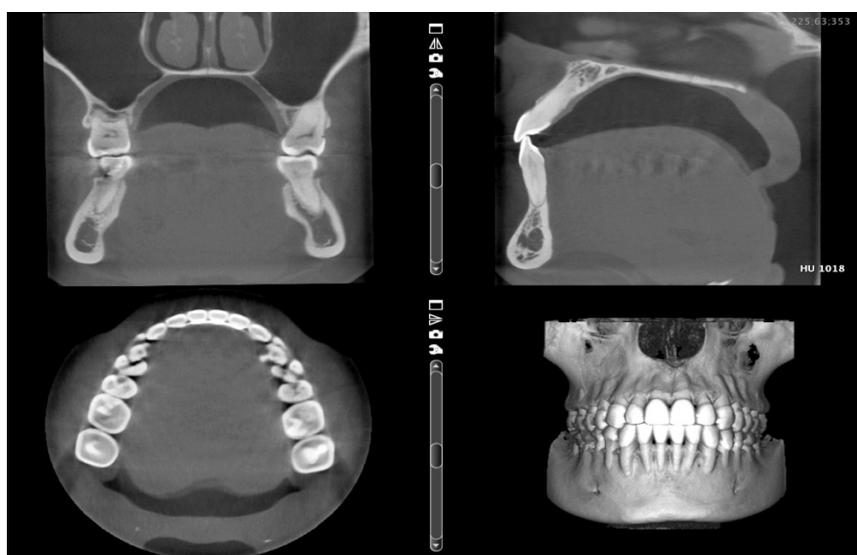


Рис. 1. Пример данных КЛКТ, полученных с помощью томографа 3D Accuitomo 170 (J. Morita Mfg., Corp., Kyoto, Japan)

визуализации наружной кортикальной пластинки фронтального отдела нижней челюсти.

Целью данного исследования оценить влияние размера воксельного элемента в двух режимах сканирования КЛКТ на визуализацию морфологии наружной кортикальной пластинки в области фронтального отдела нижней челюсти. А также в поиске оптимального режима сканирования для диагностики внутрикостных дефектов, таких как дегисценции и фенестрации.

Материалы и методы

Были исследованы 20 компьютерных томограмм пациентов, которым по пародонтологическим показаниям необходима была провести пластическую пародонтологическую операцию устранения рецессий десны

в области фронтального отдела нижней челюсти. Рентгенологическое исследование на аппарате 3D Accuitomo 170 (J. Morita Mfg., Corp., Kyoto, Japan) было проведено в зависимости от клинической задачи 10 пациентам, у которых не планировалось в дальнейшем ортодонтическое лечение было проведено в режиме сканирования 1 (см таблицу № 1), а также 10 пациентам, которые в дальнейшем начали ортодонтическое лечение, с использованием томографа Planmeca ProMax 3D (Planmeca OY, Helsinki, Finland) в режиме сканирования 2 (см таблицу № 1).

Данные конусно-лучевой томографии получали в формате DICOM- файлов, которые в последующем обрабатывались и визуализировались с помощью программы — просмотрщика Planmeca Romexis Viewer (рисунки № 1 и 2)

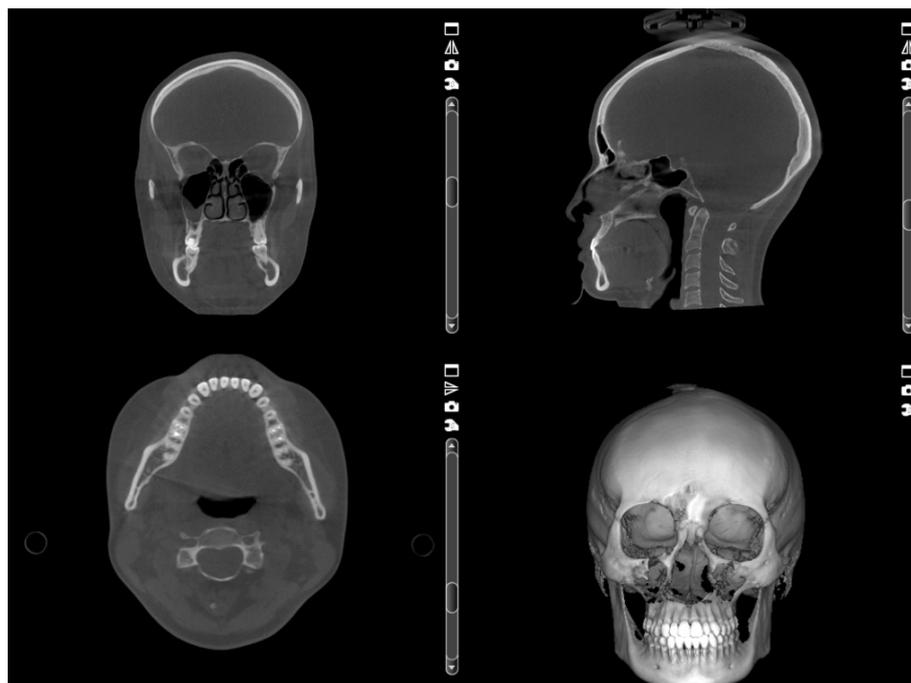


Рис. 2. Пример данных КЛКТ, полученных с помощью томографа Planmeca ProMax 3D (Planmeca OY, Helsinki, Finland)

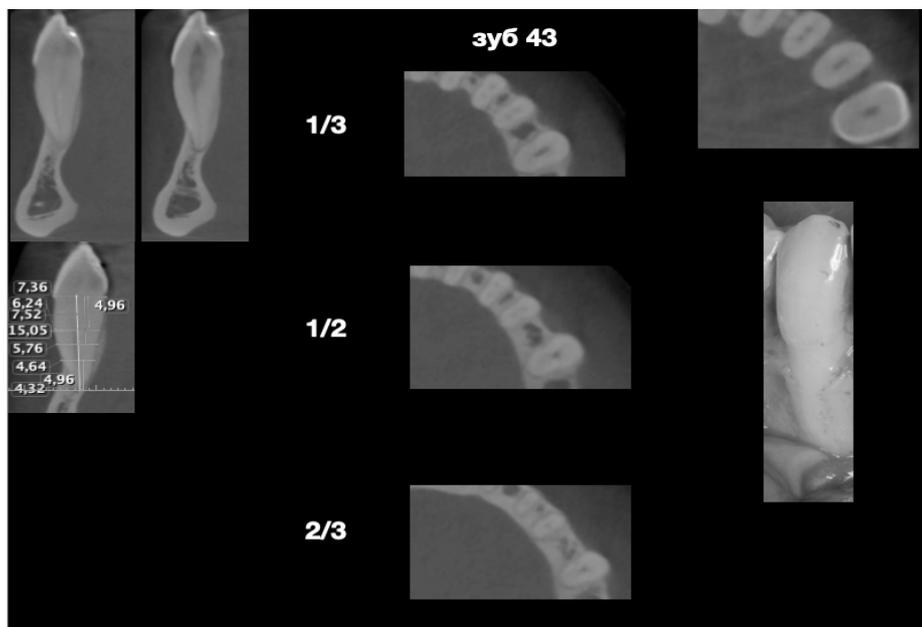


Рис. 3. Оценка морфологии наружной кортикальной пластинки

Во время хирургического вмешательства была оценена морфология наружной кортикальной пластинки в области зубов 33 и 43. Оценивали наличие, тип и высоту дефекта наружной кортикальной пластинки (рисунков № 3). Высоту дефекта измеряли с помощью пародонтального зонда с градуировкой Williams (Hu- Friedy).

Все измерения проводились на экране с увеличением 2,0 двумя независимыми исследователями. Первый исследователь — врач-стоматолог, второй исследователь — врач-рентгенолог. Воспроизводимости между значениями, измеряющими одну и ту же величину на десятых долях миллиметра (для толщины кости и расстоя-

Таблица 2

дефект	количество	процент
дегисценция	76	63,3
фенестрация	28	23,3
Дефект отсутствует	16	13,4

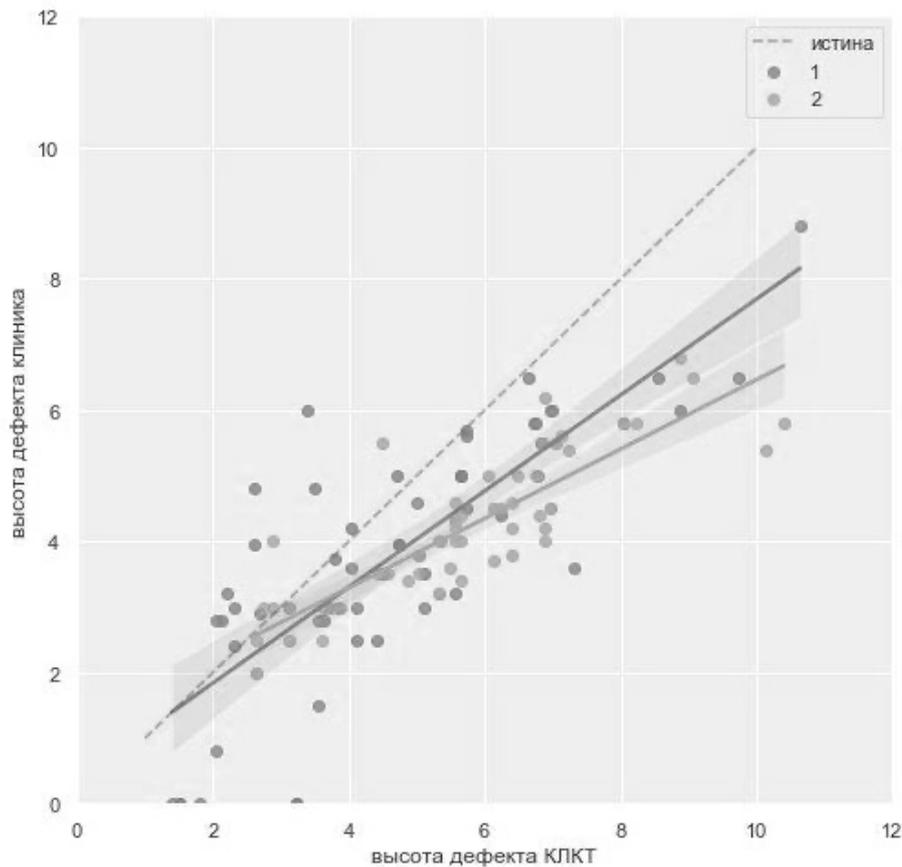


Рис. 4. Диаграмма рассеяния и линейная регрессия между истинными значениями и данными КЛКТ в разных режимах

ния) была оценена с помощью коэффициента межклассовой корреляции с доверительным интервалом 95%. Статистически значимой разницы между экспертами не обнаружено. Полученные данные оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

Результаты и обсуждение

Было исследовано состояние наружной кортикальной пластинки в области 120 зубов, по 60 зубов в каждой группе, в зависимости от режима сканирования.

Было обнаружено, что распространенность дигисценций во фронтальном отделе нижней челюсти выше, чем распространенность фенестраций. Данные

по встречаемости дигисценций и фенестраций представлены в таблице № 2.

Распространенность дегисценций и фенестраций во фронтальном отделе нижней челюсти.

Корреляция между данными клинического осмотра и КЛКТ была выявлена с помощью коэффициента корреляции Пирсона и графически представлена на рисунке № 4.

Величина коэффициента Пирсона в группе режима сканирования с размером вокселя 0,16 составила 0,817 ($p < 0,001$), а в группе с размером вокселя 0,4 = 0,706 ($p < 0,001$).

Визуализация дегисценций и фенестраций с помощью традиционных двумерных рентгенологических методов, таких как прицельная рентгенография и зонография затруднена в силу анатомических особенностей внутрикостных дефектов [3, 6, 8]. На двухмерном рентгенологическом снимке наружная кортикальная пластинка и корень зуба наслаиваются друг на друга [9, 10, 13].

Ранее проведенными исследованиями было доказано, что конусно-лучевая компьютерная томография – оптимальный диагностический инструмент для визуализации дефектов наружной кортикальной пластинки [7, 9, 12]. Однако, исследованиями Sun et al (2015), Peterson et al (2018) было выявлено тенденция переоценки линейных размеров дефектов наружной кортикальной пластинки [10, 12], которая подтвердилась и в данном исследовании. Выявлено, что при оценке данных, полученных в режиме сканирования с размером воксельного элемента 0,4 мм³, высота внутрикостных дефектов была завышена на 0,68-1,12 мм.

При оценке исследований, оценивающих точность КЛКТ важно учитывать все аспекты, включая аппараты для получения изображений КЛКТ, настройки получения, программное обеспечение, протоколы измерений и параметры визуализации, прежде чем делать выводы по нескольким исследованиям КЛКТ [1, 14]. Данное исследование показало, что важно проявлять осторожность при использовании данных КЛКТ для интерпретации измерений дефектов наружной кортикальной пластинки нижней челюсти. Врачам-стоматологам и рентгенологам также важно найти баланс между диагностической необходимостью и лучевой нагрузкой, чтобы оптимизировать визуализацию конкретных анатомических областей. Учитывая принцип ALARA [5] необходимо провести дальнейшие исследования с большим объемом выборки для определения идеальных параметров сканирования, которые могут оптимизировать качество изображения внутрикостных дефектов без увеличения дозы лучевой нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Величина коэффициента Пирсона в группе режима сканирования с размером вокселя 0,16 составила 0,817 ($p < 0,05$) (Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:573–582).
2. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. Am J Orthop Dentofacial Orthop 2009;136:19–28.
3. Braun X, Ritter L, Jervøe-Storm PM, Frentzen M. Diagnostic accuracy of CBCT for periodontal lesions. Clin Oral Investig 2014; 18: 1229–36
4. Damstra J, Fourie Z, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010; 137: 16.e1–16
5. Farman A. ALARA still applies. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;100:395–397.
6. Fuhrmann R. Three-dimensional interpretation of alveolar bone dehiscences. An anatomical-radiological study — part I. J Orofac Orthop 1996;57:62–74.
7. Kolsuz ME, Bagis N, Orhan K, Avsever H, Demiralp KÖ. Comparison of the influence of FOV sizes and different voxel resolutions for the assessment of periodontal defects. Dentomaxillofac Radiol. 2015;44(7):20150070.
8. Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(suppl 4): s109–s119.
9. Patcas R, Müller L, Ullrich O, Peltoma ki T. Accuracy of cone-beam computed tomography at different resolutions assessed on the bony covering of the mandibular anterior teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012; 141: 41–50.
10. Peterson AG, Wang M, Gonzalez S, Covell DA Jr, Katancik J, Sehgal HS. An In Vivo and Cone Beam Computed Tomography Investigation of the Accuracy in Measuring Alveolar Bone Height and Detecting Dehiscence and Fenestration Defects. Int J Oral Maxillofac Implants. 2018 Nov/Dec;33(6):1296–1304.
11. Spin-Neto R, Gottfredsen E, Wenzel A. Impact of voxel size variation on CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. J Digit Imaging 2012
12. Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim DG, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011; 139: 117–27.
13. Timock AM, Cook V, McDonald T, et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;140:734–744.
14. Wood R, Sun Z, Chaudhry J, et al. Factors affecting the accuracy of buccal alveolar bone height measurements from cone-beam computed tomography images. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;143:353–363.

АНАЛИЗ СОМАТОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИОННОГО СИНДРОМА В АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ГРУППАХ ОБСЛЕДУЕМЫХ, ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПО КАРДИОЛОГИЧЕСКОМУ СТАТУСУ

THE ANALYSIS OF THE HYPERVENTILATION SYNDROME SOMATOGENIC IMPACT IN ALTERNATIVE SURVEY-GROUPS, WHICH WERE DIFFERENTIATED BY CARDIOLOGICAL STATUS

**N. Voronin
S. Kuznetsov
D. Kuznetsov**

Summary. The article presents data from an original study to assess the actual frequency of occurrence and significance in the formation of the severity of the somatic state of the body in three groups of subjects with different cardiac status — conventionally healthy young people, elderly patients with chronic heart failure and patients with unstable angina pectoris occurring against the background of type 2 diabetes mellitus. It was found that in all three groups the actual incidence of hyperventilation syndrome is higher than it was previously thought at the level of traditional ideas. In addition, its presence has somatic significance for subjects with any cardiac status, and it increases as the severity of involvement in the pathological process of the cardiovascular system increases. For conventionally healthy young people, it causes subclinical negative consequences, for patients with chronic heart failure — moderate clinically significant negative consequences, for patients with unstable angina pectoris associated with type 2 diabetes mellitus — pronounced clinical negative consequences in the form of worsening of the course and outcomes of the disease. The results obtained are distinguished by their novelty and practical significance, which makes it possible to recommend them for further consideration in the practice of specialists in the clinic of internal diseases.

Keywords: hyperventilation syndrome (HVS), conditionally healthy, chronic heart failure (CHF), unstable stenocardia, diabetes mellitus, somatic significance.

Воронин Никита Игоревич

Д.м.и., ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
nikita-tmb@yandex.ru

Кузнецов Сергей Иванович

Д.м.н., профессор, Воронежский Государственный Медицинский Университет имени Н.Н. Бурденко, врач-кардиолог, г. Воронеж, 09ksi@mail.ru

Кузнецов Дмитрий Сергеевич

Врач-кардиолог, БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница № 1», г. Воронеж

Аннотация. В статье представлены данные оригинального исследования по оценке фактической частоты встречаемости и значимости в формировании тяжести соматического состояния организма у трех групп обследуемых с различным кардиологическим статусом — условно здоровых лиц молодого возраста, пациентов пожилого возраста с хронической сердечной недостаточностью и пациентов с нестабильной стенокардией, протекающей на фоне сахарного диабета второго типа. Установлено, что во всех трех группах фактическая встречаемость гипервентиляционного синдрома является выше таковой, чем это считалось ранее на уровне традиционных представлений. Помимо этого, его присутствие имеет соматическую значимость для обследуемых с любым кардиологическим статусом, причем она возрастает по мере увеличения тяжести вовлечения в патологический процесс сердечно-сосудистой системы. Для условно здоровых лиц молодого возраста он вызывает субклинические негативные последствия, для пациентов с хронической сердечной недостаточностью — умеренные клинически значимые негативные последствия, для пациентов с нестабильной стенокардией на фоне сахарного диабета второго типа — выраженные клинические негативные последствия в виде ухудшения течения и исходов заболевания. Полученные результаты отличает новизна и практическая значимость, что позволяет рекомендовать их к дальнейшему учету в практике специалистов клиники внутренних болезней.

Ключевые слова: гипервентиляционный синдром (ГВС), условно здоровые, хроническая сердечная недостаточность (ХСН), нестабильная стенокардия, сахарный диабет, соматическая значимость.

Введение

Фактические и потенциальные факторы возникновения и прогрессии кардиальной патологии продолжают представлять значительный научно-практический интерес [13,16,17]. Одним из них является т.н. «гипервентиляционный синдром» (ГВС) [1,19], действительное значение которого продолжительное

время было недооценено, однако на современном этапе внимание клиницистов к нему неуклонно возрастает [2, 4,5,14,18,20]. В этом смысле существенное значение имеет перманентный анализ его экспрессии (в аспекте влияния на тяжесть общесоматического состояния) у альтернативных друг другу групп обследуемых, *дифференцированных в зависимости от исходного кардиологического статуса*. В данном отношении для по-

добных оценок в роли наиболее «легкого» контингента из всех возможных могут выступать условно здоровые лица молодого возраста [11,12,13,15], в качестве «средне-тяжелого» — пациенты пожилого возраста с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) [Малая, 2007], в качестве наиболее тяжелого — пациенты с нестабильной стенокардией [17], в особенности — осложненной коморбидными дисметаболическими состояниями [3,9,10], среди которых сахарный диабет второго типа занимает одно из ведущих мест [3,6]. Однако, несмотря на целесообразность проведения подобных уточняющих исследований, до настоящего времени они практически не реализованы.

Теоретический анализ

Исследования, направленные на изучение вклада в формирование общесоматического состояния организма кардиальной патологии [10,16,17] и гипервентиляционного синдрома [1,2,4,5,11,14,19,20] достаточно продолжительно проводятся как в России [1,2,4,7,8,9,10,11,14,16,17], так и за рубежом [18,19,20,21]. Однако, именно проблема влияния гипервентиляционного синдрома на альтернативные друг другу контингенты обследуемых, исходный кардиологический статус которых скомпрометирован в различной степени, не изучена в надлежащей степени, что доказывает низкий уровень ее научной разработанности.

На основе детализированного теоретического анализа выявленной проблемы были сформулированы следующие «рабочие» научные гипотезы:

- ◆ гипервентиляционный синдром является актуальной патогенетической проблемой, как для условно здоровых лиц, так и для пациентов с различными по тяжести формами кардиальной патологии;
- ◆ при остром коронарном синдроме (в виде нестабильной стенокардии), сочетанном с сахарным диабетом второго типа, «присоединение» к его клинической картине гипервентиляционного синдрома в значительной степени ухудшает течение и исход заболевания.

С целью разрешения выявленной проблемы, а также доказательств выдвинутых научных гипотез, запланировано и реализовано следующее трехстадийное исследование.

Цель исследования

Изучение соматической значимости гипервентиляционного синдрома для обследуемых с различным исходным кардиальным статусом (на примере условно здоровых лиц молодого возраста, пациентов с хрониче-

ской сердечной недостаточностью пожилого возраста, пациентов с нестабильной стенокардией и сопутствующим сахарным диабетом второго типа).

Материалы и методы

Исследование реализовано в виде трех последовательных стадий.

Первая стадия исследования была посвящена изучению патологического значения присутствия гипервентиляционного синдрома у условно здоровых лиц молодого возраста.

Вторая стадия исследования была посвящена изучению патологического значения присутствия гипервентиляционного синдрома у пациентов пожилого возраста с хронической сердечной недостаточностью (ХСН).

Третья стадия исследования была посвящена изучению патологического значения присутствия гипервентиляционного синдрома у пациентов с нестабильной стенокардией на фоне сахарного диабета второго типа.

Методологическая платформа настоящей работы включила корректный дизайн исследования, применение логически обоснованных показателей, обоснованных методов их оценки и статистическую проверку всех эмпирических данных и положений выдвинутых научных гипотез. Проведенное исследование соответствовало принципам систематичности, релевантности и непредвзятости.

Проведено комплексное клинико-инструментальное обследование: 1) 68 условно здоровых лиц на примере студентов Медицинского института Тамбовского государственного университета в возрасте 18–23 лет, 2) 48 пациентов, поступивших первично в ГБУЗ «Тамбовская областная клиническая больница им. В.Д. Бабенко» с диагнозом «Хроническая сердечная недостаточность», в возрасте 55–85 лет, 3) 200 пациентов БУЗ ВО Воронежская областная клиническая больница № 1 с нестабильной стенокардией и сопутствующим сахарным диабетом второго типа (из них — 100 чел. с гипервентиляционным синдромом и 100 чел. — без гипервентиляционного синдрома). Общее количество обследуемых — 316 чел.

Исследовались следующие *показатели*: 1) гипервентиляционный синдром, 2) стенокардитический болевой синдром, 3) астенический симптомокомплекс, 4) фракция сердечного выброса по УЗИ, 5) исход стенокардии по функциональным классам (ФК). Были применены следующие *методы исследования*:

- ◆ *клинические*: 1) количественная оценка ГВС по семиотике проявлений, 2) количественная

оценка болевого синдрома, 3) количественная оценка астенического симптомокомплекса; 4) расчет функционального класса стенокардии;

- ◆ *инструментальные*: 1) капнография, 2) УЗИ сердца;
- ◆ *статистические*: 1) вариационная статистика — определение показателей среднего арифметического (m) и среднего квадратического отклонения ($\pm s$) изучаемых показателей в исследуемых группах, 2) оценка распределения случайной величины (W -критерий Шапиро-Уилка), 3) оценка статистической значимости межгрупповых различий (параметрический t -критерий Стьюдента для несвязанных выборок), 4) анализ таблиц сопряженности с определением показателей абсолютного риска (АР), прироста абсолютного риска (ПАР) и отношения шансов (ОШ), 5) сравнение наблюдаемых и ожидаемых частот с помощью критерия согласия Пирсона χ^2 с определением его фактического значения и степеней свободы (df); минимальный принятый уровень статистической значимости результатов $p < 0,05$ [Флетчер Р. и др., 1998; Реброва, 2002; WAME, 2021].

Основное техническое оснащение: 1) Наймигенский опросник (Nijmegen questionnaire) на предмет гипервентиляционного синдрома, 2) визуальная аналоговая (ВАШ) и цифровая рейтинговая (ЦРШ) шкалы количественной оценки болевого синдрома, 3) Шкала оценки астенического симптомокомплекса Л.Д. Малковой в адаптации Т.Г. Чертовой, 4) Классификация функциональных классов стенокардии Канадского кардиологического общества (1976), 5) аппаратно-программные капнографические комплексы «NICO₂» («Novamatrix Medical Systems Inc.», США) и «CapnoStream 20p» («Oridion medical», Израиль), 6) аппарат УЗИ сердца экспертного класса (УЗИ-сканер) «Vivid E95» («General Electric», США), 7) персональный компьютер с прикладным программным обеспечением StatSoft Statistica 6.0.

О состоятельности выдвинутых в исследовании научных гипотез и эффективности предлагаемых терапевтических подходов свидетельствуют полученные результаты.

Результаты и их обсуждение

Результаты первой стадии исследования показали следующее. Было установлено, что у условно здоровых лиц молодого возраста гипервентиляционный синдром имеет клинически ориентированное значение. Так, он обладает высокой частотой встречаемости (78%), превышающей таковую для нормо- (20,5%) и гиповентиляционного (1,5%) состояния. С высокой долей вероятности он развивается по причине состояния тревожно-

сти (26,4%), последствий учебной нагрузки (22,6%), чаще всего — при сочетании этих причин (50,9%).

Как правило, он обладает явным течением, т.е. реализуется в виде одышки (86,7%), намного реже обладает латентным течением в виде только капнографических проявлений без ее развития (13,2%). В подавляющем большинстве случаев (88,7%) он приводит к негативным субклиническим последствиям в виде периодически возникающих головных болей (39,48%), астенизации (34,76%), тревожности / беспокойства (29,1%), аэрофагии (45,08%), пароксизмальной тахикардии (18,12%), эмоциональной лабильности (14,4%), диссомнии (10,89%), чего не имеет или почти не имеет места при его отсутствии; без таковых последствий протекает намного реже (11,3%). В совокупности эти результаты показали клинически важное значение гипервентиляционного синдрома даже у условно здоровых лиц молодого возраста.

Интерпретация полученных результатов при их обследовании явилась мотивирующим фактором для изучения клинико-патогенетической значимости гипервентиляционного синдрома у более «серьезной» медико-социальной группы — кардиологически сомпрометированных пациентов с ХСН, что было изучено на второй стадии предварительных исследований.

Результаты второй стадии исследования показали следующее. Было установлено, что ГВС у данных пожилых пациентов с ХСН также имеет клинически ориентированное значение. В частности, он также обладает высокой частотой встречаемости (70,8%), значительно превышающей таковую для нормовентиляционного (29,2%) состояния. Развивается в силу кардиальных или сочетанных причин, т.к. чисто нейрогенные и иные экстракардиальные причины у тематических пациентов на этапе включения в исследование были исключены. Как правило, обладает явным течением, т.е. реализуется в виде базисного симптома — одышки (91,2%), очень редко обладает латентным течением в виде только капнографических проявлений без развития одышки (8,8%). В абсолютном большинстве случаев (97,1%) ГВС при ХСН приводил к *негативным клиническим последствиям* в виде «физического чувства внутреннего напряжения» (94,1%), «болевого синдрома в грудной клетке» (23,5%), нарушений сердечного ритма (20,6%), «невозможности полноценного вдоха» (88,2%), астенизации (94,1%), чувства тревоги и страха (38,2%), чего не имело или почти не имело места при нормовентиляционном состоянии (некоторое исключение составлял астенический симптомокомплекс, частота развития которого оставалась высокой — на уровне 71%, но, тем не менее, по сравнению с ГВС она снижалась на 23,1%). При этом частота встречаемости ГВС без таковых последствий стремилась к минимуму (2,9%). Полученные результаты показали ис-

ключительное клиническое значение гипервентиляционного синдрома у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. Также необходимо отметить, что его значимость для пожилых пациентов с ХСН значительно превышала таковую для здоровых лиц молодого возраста.

Интерпретация совокупных результатов первой и второй стадий исследования — при изучении как условно здоровых лиц молодого возраста, так и пациентов пожилого возраста с ХСН — явилась серьезным мотивирующим фактором для последующего изучения клинико-терапевтической значимости гипервентиляционного синдрома для одной из наиболее «экстремальных» групп кардиологических пациентов — с наличием *нестабильной стенокардии*, осложненной сопутствующими хроническими метаболическими нарушениями в виде сахарного диабета второго типа, в составе третьей стадии исследования.

Результаты третьей стадии исследований показали следующее. Необходимо отметить, что пациенты сравниваемых групп («с ГВС» / «без ГВС») по всем оцениваемым показателям были статистически неразличимы в начальной (непосредственно перед реализацией периода интенсивного лечения) точке наблюдения (*параметрический критерий Стьюдента, $p > 0,05$ для всех декларируемых случаях межгрупповых различий*). Однако, в дальнейшем по многим показателям между группами были выявлены статистически значимые различия.

Было установлено, что *наличие гипервентиляционного синдрома по сравнению с его отсутствием:*

- ♦ обладает негативным воздействием на течение основного заболевания в аспекте экспрессии стенокардитического болевого синдрома; это было доказано тем, что: 1) «среднестатистическая» интенсивность болевого синдрома была выше в 2 раза, 2) количество пациентов с некупированным до конца болевым синдромом по истечению первых суток от начала лечения — больше в 2,12 раза, 3) максимальный период времени от начала лечения, в течение которого может проявляться стенокардитический болевой синдром, был продолжительнее в 1,6 раза;
- ♦ обладает негативным воздействием на течение основного заболевания в аспекте экспрессии астенического симптомокомплекса; это было доказано тем, что по сравнению с нормовентиляционным состоянием количество пациентов с проявлениями астенизации: 1) в «середине» периода наблюдения было большим в 1,6 раза, 2) по итогам периода наблюдения — большим в 2,75 раз.

- ♦ в статистически значимом количестве случаев (а именно — в 38%) усугубляет развитие сердечной недостаточности за счет способствования снижению фракции сердечного выброса; при этом риск такого последствия является достаточно высоким ($AP_{\text{звс}+} = 73\%$, $ОШ = 4,93 \text{ у. е.}$);
- ♦ является изолированной причиной одышки в 14% случаев, причиной которых не является миокардиальная дисфункция;
- ♦ обладает статистически значимым влиянием на распределение исходов основного заболевания по функциональным классам: 1) группу пациентов *без ГВС* в наибольшей степени характеризуют второй функциональный класс, третий и первый функциональные классы занимают 2-е и 3-е места соответственно; 2) группу пациентов *с ГВС*, напротив, в наибольшей степени характеризует третий функциональный класс, второй и первый функциональные классы занимают 2-е и 3-е места соответственно; 3) снижает количество пациентов с ФК I — в 2,14 раз, с ФК II — в 1,22 раза, количество же пациентов с ФК III, напротив, повышает в 1,4 раза ($\chi^2 = 15,4402$, $df = 2$, $p < 0,000443$).

Полученные результаты свидетельствовали о статистически подтвержденном негативном влиянии гипервентиляционного синдрома на течение и исходы неустойчивой стенокардии на фоне сахарного диабета второго типа.

Заключение

Таким образом, выдвинутая научная гипотеза о том, что *гипервентиляционный синдром является актуальной патогенетической проблемой, как для условно здоровых лиц, так и для пациентов с различными по тяжести формами кардиологической патологии*, подтверждается тем, что:

- ♦ у условно здоровых лиц молодого возраста он приводит к негативным субклиническим последствиям в виде головных болей, астенизации, тревожности / беспокойства, аэрофагии, диссомнии, эмоциональной лабильности и даже кардиологически ориентированной симптоматики в виде тахикардии,
- ♦ у относительно «легких» кардиологических пациентов — с хронической сердечной недостаточностью — он приводит к негативным клиническим последствиям в виде эмоциональной лабильности, соматоформным проявлениям, а также одышки смешанного генеза и нарушениям сердечного ритма,
- ♦ у наиболее «тяжелых» кардиологических пациентов — с острым коронарным синдромом в виде неустойчивой стенокардии — он приводит к ухудшению течения и исходов заболевания,

- ◆ при этом у всех перечисленных групп обследуемых он обладает достаточно высокой частотой встречаемости и приводит при этом к, как минимум, одному из кардиологических или кардиологически ориентированных последствий (одышке, тахикардии, аритмии, усугублению стенокардического болевого синдрома), т.е. обладает высоким уровнем соматической значимости.

Выдвинутая научная гипотеза о том, что *при остром коронарном синдроме (в виде нестабильной стенокардии), сочетанном с сахарным диабетом второго типа, «присоединение» к его клинической картине гипервентиляционного синдрома в значительной степени ухудшает течение и исход*, подтверждается тем, что:

- ◆ течение основного заболевания становится хуже потому, что происходит усугубление стенокардического болевого синдрома, астенического симптомокомплекса и состояния сниженного сердечного выброса,
- ◆ исходы основного заболевания становятся хуже потому, что к моменту завершения этапа интенсивной терапии отмечается более низкий уровень толерантности к физической нагрузке, что соответствует преобладанию третьего функционального класса и общему распределению исходов в виде «ФК III > ФК II > ФК I».

Достигнутые результаты позволяют рекомендовать их к дальнейшему учету в практике здравоохранения на уровне клиники внутренних болезней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимов В.Н. 1991. Гипервентиляционный синдром в клинике внутренних болезней: дис. ... д-ра мед. наук. Рязань. 239.
2. Агаджанян Н.А. 2002. Гипокапнические и гиперкапнические состояния. Москва. 35.
3. Александров А.А. и др. 2005 Сахарный диабет и ишемическая болезнь сердца: поиски решения. Сахарный диабет. 1: 34–38.
4. Бахмутова Ю.В. 2009. Диагностика и коррекция гипервентиляционного синдрома у больных сахарным диабетом посредством БОС–СО2-технологии. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 6: 36–39.
5. Борзенко С.Я. 2021. Гипервентиляционный синдром (синдром вегетососудистой дистонии). <http://moi03.ru/node/42> [электронный ресурс]. 42
6. Дедов И.И. и др. 2013. Эндокринология: национальное руководство. Москва. 752.
7. Малая Л. 2007. Хроническая сердечная недостаточность. Новейший справочник. Москва. 960.
8. Малов Ю.С. 2014. Хроническая сердечная недостаточность (патогенез, клиника, диагностика, лечение). Санкт-Петербург. 320. ISBN: 978–5–299–00629–2.
9. Марченко В.Н. 2021. Коморбидный больной в практике терапевта ИБС и ХОБЛ. <https://petsru.ru/files/user/3324613444dafceb8c73c8ded946eed1/Марченко%20В.Н.%20~<0Коморбидный%20больной.pdf> (дата обращения: 01.11.2021)62.
10. Митьковская Н.П. 2016. Кардиология и коморбидность. «I Международный конгресс кардиологов и терапевтов: 12–13 мая 2016 г». Минск: 173–177.
11. Панина М.И. 2003. Влияние гипервентиляции на иммунологические и биохимические показатели крови у здоровых людей. Казанский медицинский журнал. 82 (2): 85–89.
12. Реброва О.Ю. 2002. Статистический анализ медицинских данных: применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва. 312.
13. Стародубов В.И. 2014. Общественное здоровье и здравоохранение: национальное руководство / В.И. Стародубов. Москва. 624. ISBN: 9978–5–9704–2909–9.
14. Токарева Н.А. 2004. Гипервентиляционный синдром при соматической патологии (на примере бронхиальной астмы, гипертонической болезни) и органическом неврозе — особенности течения и лечения: дис. ... канд. мед. наук. Москва. 137.
15. Флетчер Р., Флэтчер С., Вагнер Э. 1998. Клиническая эпидемиология: основы доказательной медицины. Москва. 352 с.
16. Чазов Е.И. 2000. Проблема лечения больных ишемической болезнью сердца. Терапевтический архив. 9: 59.
17. Шляхто Е.В. и др. 2021. Кардиология: национальное руководство. Москва. 800. ISBN978–5–9704–6092–4.
18. Vausewain C. et al. 2007. Measurement of breathlessness in advanced disease: a systematic review. Respiratory Medicine. 101: 399–410.
19. Da Costa J.M. 1871. On Irritable Heart: a Clinical Study of a Form of Functional Cardiac Disorder and its Consequences. The American journal of the medical sciences. 121 (1): 252.
20. Stoeckel M.C et al. 2017. Dyspnea catastrophizing and neural activations during the anticipation and perception of dyspnea. Psychophysiology. 55 (2): 1–10. DOI: 10.1111/psyp.13004.
21. World Association of Medical Editors (WAME). 2021. <http://www.wame.org> (дата обращения: 01.11.2021).20–22

© Воронин Никита Игоревич (nikita-tmb@yandex.ru), Кузнецов Сергей Иванович (nikita-tmb@yandex.ru),

Кузнецов Дмитрий Сергеевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ВНУТРЕННИХ НАРУШЕНИЙ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОККЛЮЗИОННОЙ ШИНОТЕРАПИИ, АРТРОЦЕНТЕЗА И АРТРОСКОПИИ

COMPLEX TREATMENT OF INTERNAL DISORDERS OF THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT USING OCCLUSIVE SPLINT THERAPY, ARTHROCENTESIS AND ARTHROSCOPY

**B. Gharamyan
T. Chkhikvadze
V. Bekreev**

Summary. Diseases of the temporomandibular joint are complex and polyetiologic disorders. Among these diseases, the first place in terms of distribution is occupied by internal disorders of the temporomandibular joint (ID TMJ), which mean intra-articular changes, both anatomical and functional. Treatment of ID TMJ requires the use of a whole arsenal of methods. A staged treatment was carried out, including occlusive splint therapy (stage I), with insufficient effectiveness of occlusive splint therapy, additional arthrocentesis (stage II), occlusive splint therapy and arthrocentesis in combination with arthroscopy (stage III of treatment) were included. As a result of the use of complex treatment, the normalization of TMJ function was achieved in 98,44% of patients, the rest showed a significant improvement.

Keywords: temporomandibular joint, TMJ, occlusive splint therapy, arthrocentesis, arthropuncture, arthroscopy.

Гарамян Борис Георгиевич

Аспирант, ФГАОУ ВО "Российский университет
дружбы народов"
garamjan13@gmail.com

Чхиквадзе Тина Владимировна

Аспирант, ФГАОУ ВО "Российский университет
дружбы народов"
tchkhik@hotmail.com

Бекреев Валерий Валентинович

Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО "Российский
университет дружбы народов"
bekreev@mail.ru

Аннотация. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава — сложные и полиэтиологические расстройства. Среди этих заболеваний первое место по распространению занимают внутренние нарушения височно-нижнечелюстного сустава (ВН ВНЧС), под которыми подразумеваются внутрисуставные изменения, как анатомические, так и функциональные. Лечение ВН ВНЧС требует применения целого арсенала методов. Проводилось этапное лечение, включающее в себя окклюзионную шинотерапию (I этап), при недостаточной эффективности окклюзионной шинотерапии включили дополнительно артроцентез (II этап) и окклюзионную шинотерапию и артроцентез в сочетании с артроскопией (III этап лечения). В результате применения комплексного лечения нормализация функции ВНЧС была достигнута у 98,44% пациентов, у остальных наблюдалось значительное ее улучшение.

Ключевые слова: височно-нижнечелюстной сустав, ВНЧС, окклюзионная шинотерапия, артроцентез, артропункция, артроскопия.

Введение

Височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС) парный, синовиальный, обеспечивающий подвижность нижней челюсти, представляет собой сложную биомеханическую систему. В ВНЧС различают два суставных пространства, верхнее и нижнее, разделенных суставным диском [14].

ВН ВНЧС — группа темпоромандибулярных расстройств ВНЧС, возникающих при нарушении анатомических и функциональных взаимоотношений внутрисуставных элементов. Чаще всего они встречаются при

смещении суставного диска, его деформации, растяжении или разрыве внутрисуставных связок [1; 8].

В разных странах стоматологи отмечают рост обращений пациентов за лечебной помощью с ВН ВНЧС. Внутренние нарушения чаще встречаются у женщин, чем у мужчин. Это объясняется повышенным уровнем гормона эстрогена и, кроме того, большим влиянием эмоциональных факторов у женщин по сравнению с мужчинами [4; 12; 15].

Этиология ВН ВНЧС сложна и многофакторна, разные авторы предлагают разные теории, основные — это ок-

клюдно-артрикуляционная, миогенная, психоэмоциональная, суставная теории [4; 12].

Диагностика ВН ВНЧС требует тщательного сбора анамнеза и применения современных средств визуализации мягкотканых элементов. Считается, что «золотым стандартом» визуализации мягких тканей при ВН ВНЧС является магнито-резонансная томография (МРТ) ВН ВНЧС. По данным В.В. Бекреева с соавт. (2016), доступный и безопасный метод ультрозвуковая диагностика дает возможность визуализации головки нижней челюсти, суставного диска, капсулярно-связочного и мышечного аппарата ВНЧС и использовать его для контроля эффективности лечения. Компьютерная томография применяется для диагностики реже, поскольку при ней не визуализирует суставный диск, а костные изменения на ранних стадиях ВН ВНЧС, как правило, отсутствуют. Рентгенологическое исследование эффективно при первичных и вторичных остеоартрозах [1; 7; 9].

Использование окклюзионных шин в лечении ВН ВНЧС позволяет во многих случаях достичь нормализации анатомических и функциональных взаимоотношений внутрисуставных структур, а также предупредить развитие вторичного остеоартроза и рецидива смещения суставного диска. Другие пациенты, у которых окклюзионная шинотерапия была недостаточно эффективной, нуждаются в хирургическом вмешательстве [6; 16].

Существует широкий спектр хирургических процедур при ВН ВНЧС, начиная от артроцентеза височно-нижнечелюстного сустава и артротомии и заканчивая открытыми хирургическими операциями — артротомиями [10; 11].

Артроцентез — несложный и эффективный метод лечения, который показан в случаях, когда окклюзионная шинотерапия неэффективна [2; 11].

При неэффективности окклюзионной шинотерапии и артроцентеза применяют артроскопию. Артроскопия позволяет провести прямой осмотр внутренних структур ВНЧС с помощью эндоскопа. Назначаемая по показаниям пациентам артроскопия как диагностическая процедура при выявлении патологии в процессе проведения может приобрести лечебный характер. Авторы также указывают на успешное применение в последние годы комбинированного лечения ВН ВНЧС, эффективность которого составляет по разным оценкам 90–97% [2; 12; 13].

Цель исследования

Целью настоящего исследования являлось определение эффективности этапного применения шинотера-

пии, артроцентеза и артроскопии при внутренних нарушениях височно-нижнечелюстного сустава.

Материалы и методы исследования

Клиническое обследование пациентов проводилось на базе МЦ РУДН.

Было обследовано 64 пациента с двусторонним внутренним нарушением ВНЧС. В зависимости от клинической формы ВН ВНЧС (согласно классификации П.Г. Сысолятина и др. [3]) пациенты были разделены на 3 группы: 1) с подвывихом суставного диска; 2) с хроническим вывихом суставного диска с частичной репозицией и 3) с хроническим вывихом суставного диска без репозиции.

Всем пациентам было проведено клиническое и дополнительное обследование (МРТ ВНЧС, УЗИ ВНЧС, КЛКТ головы, ОПТГ). Для оценки интенсивности боли использовали визуально-аналоговую шкалу. Оценивалась степень открывания рта. Динамика устранения деформации суставного диска оценивалась измерением толщины различных частей суставного диска и подвижности суставного диска с помощью УЗИ ежемесячно, а также проводилось МРТ ВНЧС до и после лечения.

Лечение пациентов с ВН ВНЧС проводилось в три этапа. Первый этап заключался в проведении окклюзионной шинной терапии, которая применялась в течение 3 месяцев. Если это было неэффективно или малоэффективно, проводился второй этап лечения: окклюзионную шинотерапию применяли совместно с артроцентезом. В тех случаях, когда второй этап не приносил желаемых результатов, на третьем этапе наряду с вышеуказанными методами применялась артроскопия.

Результаты исследования (цифровые значения, отражающие положение, подвижность и степень деформации диска, полученным при УЗИ и МРТ ВНЧС) были статистически обработаны с помощью однорангового критерия Вилкоксона ($p < 0,01$). Различия между группами по среднему значению максимального открывания рта оценивались с помощью критерия хи-квадрат ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Одним из критериев эффективности лечения пациентов с ВН ВНЧС является степень открывания рта.

На рисунке 1 отражены средние показатели величины максимального открывания рта на трех этапах до и после проведенного лечения.



Рис. 1. Среднее значение максимального открывания рта (* $p < 0,05$)

На первом этапе (окклюзионная шинотерапия) средняя величина максимального открывания рта перед лечением составила $34,1 \pm 1,36^*$ мм, после лечения — $45,8 \pm 0,78$ мм, перед лечением на втором этапе (окклюзионная шинотерапия и артроцентез) — $30,3 \pm 0,42^*$ мм, после лечения — $44,9 \pm 0,61^*$ мм, на третьем этапе (окклюзионная шинотерапия, артроцентез и артроскопия) перед лечением показатель находился у отметки $28,9 \pm 0,54^*$ мм, после лечения — $44,3 \pm 0,51$ мм. Следовательно, у пациентов на всех этапах лечения при применении ОШ, а также в комбинации ее с артроцентезом и артроскопией получена нормализация степени открывания рта.

Средняя продолжительность лечения составила на 1 этапе, где применялась только окклюзионная шинотерапия 6,8 месяцев, на втором этапе (окклюзионная шинотерапия и артроцентез) — 8,5 месяцев и на 3 этапе (окклюзионная шинотерапия, артроцентез и артроскопия) — 12,7 месяцев.

Объективным показателем нормализации функции ВНЧС является устранение деформации суставного диска, подтвержденное измерением толщины разных его частей при УЗИ.

На рисунке 2 показано, сколько пациентов поступило на каждый этап лечения и сколько достигло нормализации положения и функции суставного диска по результатам УЗИ.

Так, на первом этапе из 64 (100%) пациентов нормализации положения и функции суставного диска достигнуто у 17 (27,87%)*; на втором этапе из 47 (100%)* пациентов нормализация наступила у 41 (87,23%), а на третьем этапе вылечились 5 (83,33%) человек, у 1 пациента полной нормализации функции ВНЧС не наступило, ему была рекомендована повторная артроскопия. Результаты исследования показывают, что для всех пациентов лечение нужно начинать с окклюзионной шинотерапии как базового метода лечения. Если эффективность не достигается на этом этапе лечения, то необходимо прибегнуть к применению артроцентеза (второй этап лечения) в сочетании с окклюзионной шинотерапией. В случае неэффективности второго этапа лечения, применяется артроскопия. На каждом этапе лечения ежемесячно проводятся ультразвуковые исследования и МРТ в начале и после лечения.

В настоящем исследовании нормализация положения и функции суставного диска достигнута у 98,44% (63 пациента), у остальных 1,56% (1 пациент) наблюдалось значительное улучшение функции ВНЧС. Данные результаты свидетельствуют о целесообразности применения поэтапного лечения ВН ВНЧС.

Выводы

Проведение окклюзионной шинной терапии при лечении пациентов с ВН ВНЧС приводит к нормализации положения и функции суставного диска в 27,87% случаев. В случаях малоэффективности и неэффективности



Рис. 2. Количество пациентов, достигших нормализации положения СД до и после лечения на трех этапах лечения (** $p < 0,01$)

пациентам показаны хирургические малоинвазивные методы лечения: артроцентез в сочетании с шинотерапией (эффективность лечения в данном исследовании составила 87,23%) и артроскопия в сочетании с артро-

центезом и шинотерапией (эффективность лечения 83,33%). Результаты исследования свидетельствуют о целесообразности поэтапного применения указанных методов лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекреев В.В., Иванов С.Ю., Буренчев Д.В., Груздева Т.А., Юркевич Р.И., Гарамян Б.Г. Применение ультразвукового метода исследования в диагностике внутренних нарушений ВНЧС. Медицинский алфавит. 2016; 29 (4): 37–41.
2. Ильин, А.А. Артроцентез височно-нижнечелюстного сустава. Обзор литературы /А.А. Ильин, А.В. Адоньева // Journal of Siberian Medical Sciences.— 2014.— № 6.— С. 36.
3. Сысолятин, П.Г. Классификация заболеваний и повреждений височнонижнечелюстного сустава / П.Г. Сысолятин, А.А. Ильин, П. Дергилев.— М.: Медицинская книга.— Н. Новгород: Издательство НГМА, 2000.— 79 с.
4. Фадеев Р.А., Кудрявцева О.А., Польщикова И.В. Выявление и подготовка к устранению окклюзионных нарушений у пациентов с дисфункциями височно-нижнечелюстных суставов (Ч. 2) // Институт стоматологии. 2016. № 4(33). С.38–39.
5. Ян, Ч. Оценка окклюзионных шин при репозиции переднего вывиха диска височно-нижнечелюстного сустава с репозицией: наблюдение от 3 до 36 месяцев /Ч. Ян, П. Шэнь // Альманах клинической медицины.— 2017.— № 6.— С. 478–485.
6. Ян, Ч. Комбинированное лечение «Сустав — нижняя челюсть — окклюзия»: новая теория и наш протокол/Ч. Ян, Д. Хэ, М. Чэнь [и др.] // Альманах клинической медицины.— 2017.— № 6.— С. 440–459.
7. Al-Saleh, M.A. MRI and CBCT image registration of temporomandibular joint: A systematic review / M.A. Al-Saleh, N.A. Alsufyani, H. Saltaji [et al] // J. Otolaryngol. Head Neck Surg.— 2016.— 45.— P. 30; doi:10.1186/s40463-016-0144-4.
8. Azhar, F. Multiple etiologies of temporomandibular joint disorders -a review / F. Azhar, A. Sani, S. Baig // Pakistan journal of medicine and dentistry.— 2019.— Vol. 8 (03).— P.53–57.
9. Berg, T. Correlation between objective clinical symptoms and different MRI sequences in diseases of the temporomandibular joint/ T. Berg, A. Rahmiel // Conference: 15th Biennial Congress of the European Dental Association.— 2021.
10. Forssell, H. Explanatory Models of Illness and Treatment Goals in Temporomandibular Disorder Pain Patients Report-ing Different Levels of Pain-Related Disability / H. Forssell, U. Kotiranta, T. Kauko [et al] // J Oral Facial Pain Headache.— 2016.— 30(1).— P.14–20.

11. Guarda-Nardini, L. Arthrocentesis of the Temporomandibular Joint: Systematic Review and Clinical Implications of Research Findings / L. Guarda-Nardini, A.M. De Almeida, D. Manfredini. // J Oral Facial Pain Headache. — 2021. — 35(1). — P.17–29.
12. Li, D.T.S. Temporomandibular Disorders: Current Concepts and Controversies in Diagnosis and Management/ D.T.S. Li, Y.Y. Leung // Diagnostics — 2021. — 11. — P. 459; <https://doi.org/10.3390/diagnostics11030459>.
13. List, T. Temporomandibular disorders: old ideas and new concepts/T. List, R.H. Jensen // Cephalgia. — 2017. — 37. — P.692–704, doi:10.1177/0333102416686302.
14. Okeson, J.P. Orthodontic therapy and the patient with temporomandibular disorder. / J.P. Okeson // Orthodontics-E-Book: Current Principles and Techniques. — 2016. — P. 353–366.
15. Osiewicz, M.A. Frequency of temporomandibular disorders diagnoses based on RDC/TMD in a Polish patient population / M.A. Osiewicz, F. Lobbezoo, B.W. Loster // CRANIO®. — 2017. — 36. — P.1–7.
16. Santhosh Kumar, M.P. Surgical Treatment Modalities in the Management of Temporomandibular Joint Disorders/ M.P. Santhosh Kumar, K. Murugesan, N. Hinaz // Int J Dentistry Oral Sci. — 2021. — 8(8). — P.4168–4179.

© Гарамян Борис Георгиевич (garamjan13@gmail.com),

Чхиквадзе Тина Владимировна (tchkhik@hotmail.com), Бекреев Валерий Валентинович (bekreev@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИБИОТИКА АМИНОГЛИКОЗИДНОГО РЯДА ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF AMINOGLYCOSIDE ANTIBIOTICS IN THE TREATMENT OF CARIES

**G. Kantaria
M. Kabytova
L. Onishchenko
E. Ogonyan**

Summary. The search for new effective methods of prevention and treatment of inflammatory periodontal tissues is an urgent problem of modern dentistry, since periodontal tissue diseases are one of the most common among children and adults. It is shown that the prevalence of periodontal tissue diseases among people aged 16–23 years is on average 70–80%, reaching 95–98% in some regions. The main pathogenetic factors of the formation of the associated course of dental caries and gingivitis and pathogenetically significant risk factors that need correction were studied for the first time on the developed experimental models. Based on the analysis of the results of experimental studies, the use of means in therapeutic and preventive complexes that ensure the restoration of colonization resistance of the oral cavity and correction of calcium metabolism disorders is justified for the first time. For the first time, the main mechanisms of formation and features of clinical manifestations of the associated course of dental caries and chronic catarrhal gingivitis in college-age children have been studied. For the first time, the genetic determinants of the development of dental caries and chronic catarrhal gingivitis in mono — and associated course and their relationship with the phenotypic clinical manifestations of caries and periodontal tissue diseases have been established.

Keywords: students, dentist, caries, oral cavity, treatment.

Кантария Гванца Отариевна

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
медицинский университет»
gvantsa_15@mail.ru

Кабытова Мария Викторовна

К.м.н., Ассистент, ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный медицинский университет»
mashan.hoi@mail.ru

Онищенко Любовь Федоровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный медицинский университет»
onishchenko_lf@mail.ru

Огонян Елена Александровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный медицинский университет»
ogonyan111@mail.ru

Аннотация. Поиск новых эффективных методов профилактики и лечения воспалительных тканей пародонта является актуальной проблемой современной стоматологии, поскольку заболевания тканей пародонта являются одним из самых распространенных среди детского так и взрослого населения. Показано, что распространенность заболеваний тканей пародонта среди людей в возрасте 16–23 лет составляет в среднем 70–80%, достигая в отдельных регионах 95–98%. На разработанных экспериментальных моделях впервые проведено изучение основных патогенетических факторов формирования ассоциированного течения кариеса зубов и гингивита и патогенетически значимых факторов риска, которые нуждаются в коррекции. На основании анализа результатов экспериментальных исследований впервые обосновано использование в лечебно-профилактических комплексах средств, обеспечивающих восстановление колонизационной резистентности полости рта и коррекцию нарушений метаболизма кальция. Впервые изучены основные механизмы формирования и особенности клинических проявлений ассоциированного течения кариеса зубов и хронического катарального гингивита у детей студенческого возраста. Впервые установлены генетические детерминанты развития кариеса зубов и хронического катарального гингивита при моно — и ассоциированном течении и их взаимосвязь с фенотипическими клиническими проявлениями кариеса и заболеваний тканей пародонта.

Ключевые слова: студенты, врач-стоматолог, кариес, полость рта, лечение.

В ходе экспериментальных исследований разработан способ воспроизведения кариеса на экспериментальной модели крыс путем применения сбалансированной КГД и дополнительного воздействия антибиотика аминогликозидного ряда гентамицина [5] в бактериостатической концентрации [6], к которому микроорганизмы группы стрептококков мало чувстви-

тельны [1]. Предложенная КГМ обоснована на I этапе исследований с участием крыс в трех группах. Крысы 1 группы (контрольная, n=10), средний вес 55,0±0,83 г, находились на пищевом режиме вивария. У крыс 2 группы (n=11), средний вес 54,54±0,87 г, моделирование кариеса зубов осуществляли по кариесогенной диете Стефана. В 3 группе крыс (n=11), средний вес 58,54±1,06 г, прово-

Таблица 1. Показатели кариозного поражения зубов у крыс

Показатель Группа	Количество кариозных зубов, среднее на 1 крысу	Количество кариозных поражений, среднее на 1 крысу	Глубина кариозных поражений (баллы)
1 группа, n=10	2,30±0,15	3,60±0,13	1,11±0,05
2 группа, n=9	4,45±0,15	9,45±0,17	1,57±0,08<
3 группа, n=9	4,67±0,14	8,89±0,16	1,91±0,09

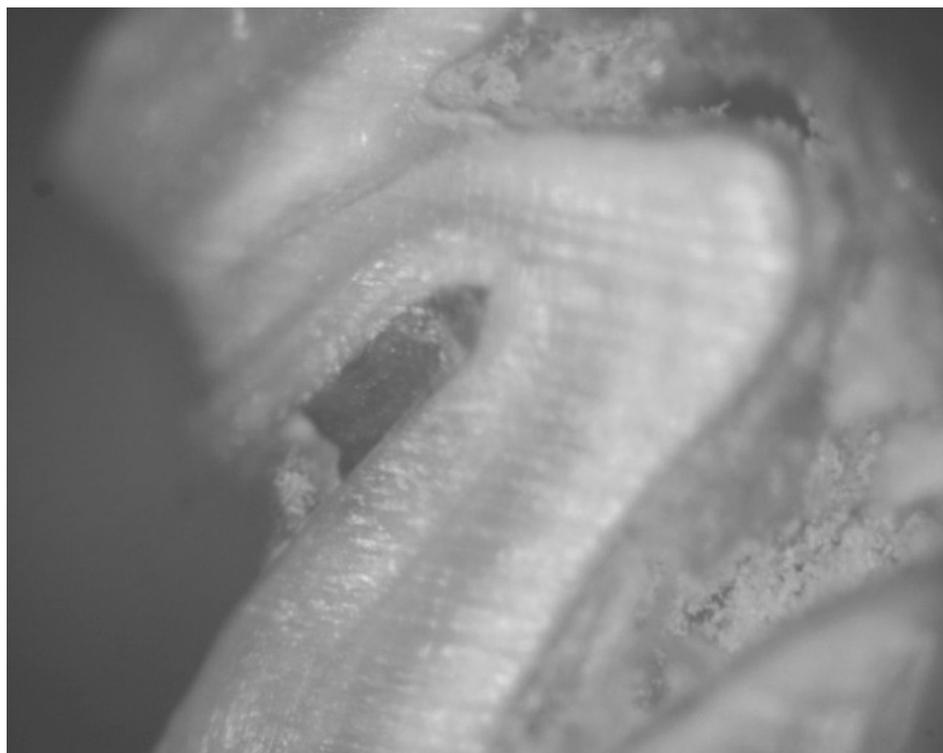


Рис. 1. Фиссура третьего нижнего моляра, невредимая кариозным процессом, у крысы и группы (0 баллов)

дили воспроизведение КГМ по разработанному способу. Вода для крыс в виварии была постоянно в свободном доступе [2]. Внешний вид всех животных, отобранных для проведения исследований, нос розового цвета, глаза ясные, блестящие, шершавая белая, гладкая, поведение активное, мочевыделение в норме, аппетит хороший, груминг активный.

Крысы находились под постоянным наблюдением [7], оценивали их внешний вид, двигательную активность и груминг, что является показателями состояния и поведения крыс [4]. Во время проведения экспериментальных исследований наблюдали изменения внешнего вида (шероховатая влага, облысение на голове, наличие раздражений на хвосте) и поведения (заторможенность, аппетит снижен — вес набирают плохо, мочеотделение повышено,

груминг частый, короткий) четырех животных, из которых две крысы 2 группы, где воспроизводили экспериментальный кариес по модели Стефана, и две крысы 3 группы, где воспроизводили кариес по разработанной КГМ, в дальнейшем погибли [3]. Другие крысы этих групп в конце эксперимента имели незначительное повышение мочевыделения в связи с повышенным употреблением воды. У крыс и группы (контрольной) изменений в поведении и состоянии в течение всего эксперимента не наблюдали.

В последний день удержания определяли вес животных: крысы 1 группы (n=10) имели средний вес 103,25±6,86 г, крысы 2 группы (n=9) — 88,56±4,33 г, крысы 3 группы (n=9) — 85,44±4,01 г. Это свидетельствует, что крысы, получавших кариесогенный рацион, набирали вес хуже, чем крысы контрольной группы.



Рис. 2. Фиссура второго моляра нижней челюсти крысы 2 группы. Наблюдается проникновение азотнокислого серебра в пределах всей эмали (2 балла)

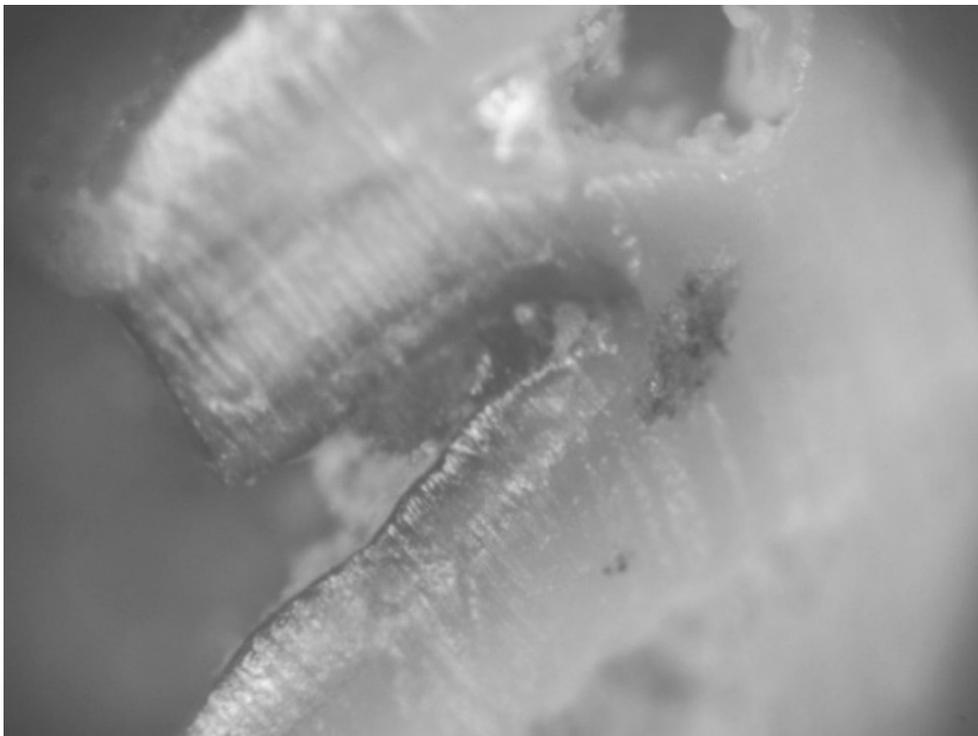


Рис. 3. Фиссура третьего моляра верхней челюсти крысы 3 группы. Наблюдается проникновение азотнокислого серебра по эмалево-дентинному соединению (3 балла)

Таблица 2. Биохимические показатели крови крыс

Показатель Группа	Крысы 1 (контрольной) группы (n=10)	Крысы 2 группы (n=9)	Крысы 3 группы (n=9)
Сахар (ммоль/л)	7,48±0,25	7,05±0,21	6,88±0,21
P (ммоль/л)	2,35±0,11*	2,09±0,09	1,99±0,11
Ca (ммоль/л)	3,03±0,24*	2,39±0,15	2,18±0,06
ЛФ (О/л)	140,31±10,65*	148,21±6,334	169,84±5,14
КФ (О/л)	2,70±0,04*	3,60±0,154	5,13±0,20
ЛФ/КФ	51,62±3,28*	41,19±0,73<	33,71±2,01
АСТ (О/л)	113,06±4,25*	145,71±5,834	184,37±3,95
АЛТ (О/л)	66,97±1,94*	85,63±3,53	86,47±4,11
МДА (мкмоль/л)	1,55±0,05*	3,35±0,19	3,60±0,25
Каталаза (%)	78,73±1,76*	58,43±1,71	60,78±1,98
АПИ	50,79	17,44	16,88

Примечания:

- * — $p < 0,05$ — достоверность различия между показателями 1 и 2, 3 групп;
- ◆ — $p < 0,05$ — достоверность различия между показателями 2 и 3 групп.

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что при воспроизведении кариеса по разработанной КГМ (3 группа) и по модели Стефана (2 группа) у 100% крыс 2-месячного возраста возникает кариес зубов, что проявляется деминерализацией эмали и дентина и наличием кариозных поражений. У крыс 1 (контрольной) группы наличие признаков деминерализации эмали наблюдали лишь в 30% случаев. Оценка интенсивности поражения кариесом по гистохимическим методом Колесника А.Г. (1974) показала, что по количеству кариозных поражений и кариозных зубов на одной крысы животные 2 и 3 групп достоверно отличаются от крыс 1 (контрольной) группы, находившихся на рациионе вивария, но между собой не имеют достоверной разногласия. Обращает на себя внимание тот факт, что по показателю глубины кариозных поражений эти группы имеют достоверные различия между собой, то есть использование КГМ с учетом двух основных факторов развития кариеса зубов (употребление углеводов и избыточный рост микроорганизмов) ускоряет развитие кариеса зубов у крыс (табл. 1).

Фото под люминесцентным микроскопом демонстрируют глубину проникновения ионов азотнокислого серебра в твердые ткани зубов крыс в исследуемых группах (рис. 1, 2, 3).

Биохимическое исследование сыворотки крови показало при отсутствии клинико-лабораторных признаков сахарного диабета (содержание сахара в крови интактных крыс — 7,48±0,25 ммоль/л; крыс на диете Стефана — 7,05±0,21 ммоль/л; крыс на разработанной КГМ — 6,88±0,21 ммоль/л) наличие вероятного уменьшения содержания P и Ca у крыс 2 и 3 групп по сравнению с крысами 1 (контрольной) группы. Под влиянием разра-

ботанной КГМ у крыс 3 группы по сравнению с крысами 2 группы, которые содержались на диете Стефана, обнаружили вероятный рост содержания кислой (5,13±0,20 о/л и 3,60±0,15 о/л; $p < 0,05$) и щелочной (169,84±5,14 j/л и 148,21±6,33 j/л; $p < 0,05$) фосфатаз, что обусловило уменьшение индекса минерализации (33,71±2,01 и 41,19±0,73; $p < 0,05$). (табл. 2).

Относительно других биохимических показателей, то по сравнению с показателями 1 (контрольной) группы (каталаза 78,73±1,76%, МДА 1,55±0,05 мкмоль/л) содержание крыс на КГД по модели Стефана и по разработанной КГМ приводит к достоверному уменьшению активности антиоксидантного фермента каталазы (58,43±1,71% и 60,78±1,98%; $p < 0,05$) и показателя баланса антиоксидантных и проксидантных систем индекса АПИ, а также достоверного увеличения показателя МДА (3,35±0,19 мкмоль/л и 3,60±0,25 мкмоль/л; $p < 0,05$). В то же время, показатели крыс 2 и 3 групп не имеют достоверной разницы между собой. Анализ полученных результатов активности ферментов АСТ и АЛТ, которые являются показателями состояния печени и почек, позволил установить достоверное ($p < 0,05$) повышение содержания этих ферментов в сыворотке крыс 2 и 3 групп по сравнению с крысами 1 (контрольной) группы в сыворотке крыс 3 группы по сравнению с показателем крыс 2 группы выявлено достоверное ($p < 0,05$) повышение содержания АСТ, который является определенным показателем состояния печени и почек, что некоторым образом отражает влияние на них разработанной модели (см. табл. 2).

Гистологические исследования печени и почек у крыс 3 группы, которые находились на разработанной КГМ, показали определенные изменения обмена воды в исследуемых органах, вероятно, за счет незначительных

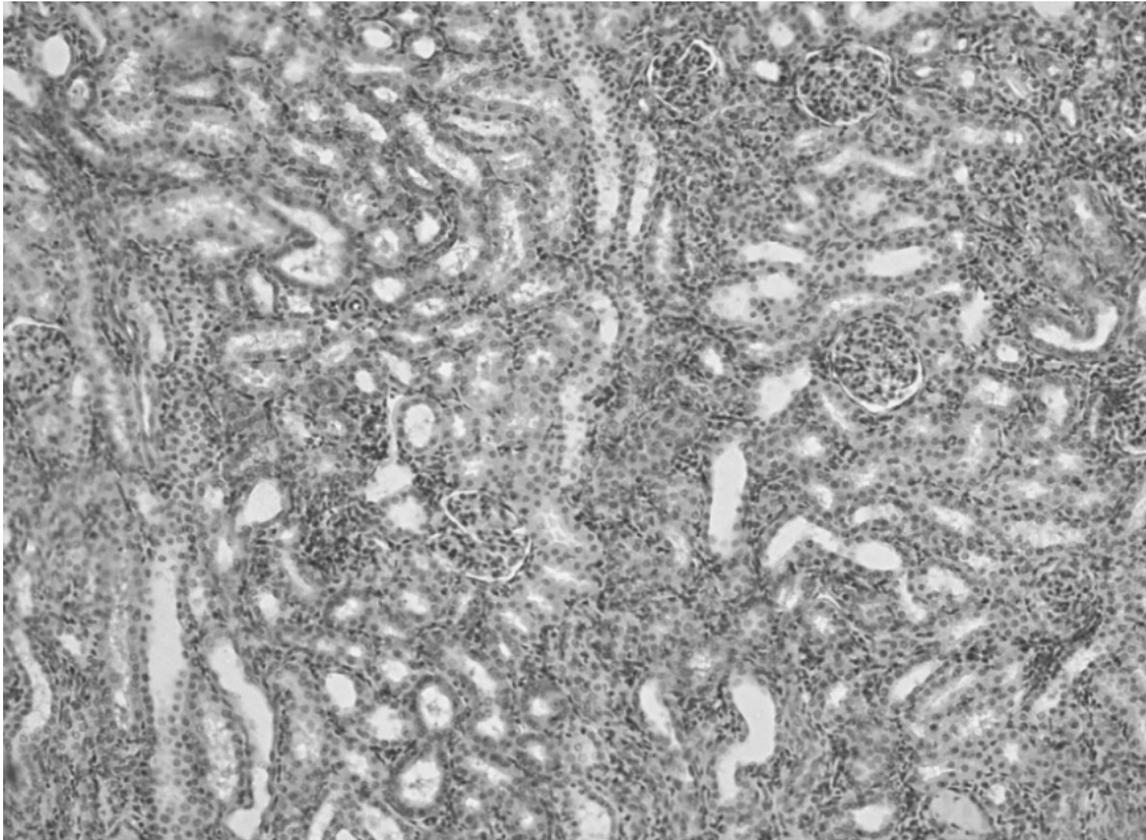


Рис. 4. Печень крысы, которая удерживалась на КГМ по разработанному способу. Гепатоциты с увеличенными сочными ядрами. Клетки Купфера набухшие. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение * 100

дистрофических процессов в них. Макроскопическое исследование печени подопытных крыс не определило внешних изменений: поверхность печени гладкая, блестящая, фиброзная капсула прозрачная, передний край острый. При микроскопическом исследовании дольковая структурная организация печени сохранена (рис. 4).

Сосуды триад и центральная вена тонкостенные умеренного кровенаполнения. Гепатоциты упакованы в балки, размеры гепатоцитов средние, хотя существует различие в их размерах в пределах физиологических колебаний. Отдельные гепатоциты двухъядерные. Наружная мембрана гепатоцитов тонкая. Ядра в гепатоцитах увеличенных размеров сочно окрашены, однородной структуры. Цитоплазма гепатоцитов неравномерно окрашена, зернистая по структуре. Межбалочные пространства несколько расширены, Купферовы клетки набухшие, ядра их округло-овальной формы (см. рис. 4).

Почки подопытных крыс 3 группы при макроскопическом исследовании извне не изменены, поверхность гладкая, ткань почки коричнево-красного цвета, лохан-

ки небольших размеров. Капсула почки прозрачная, плотная (рис. 5).

При микроскопическом исследовании в коре почек почечные тельца округлой формы, распределены достаточно равномерно. Клубочки капилляров округлой формы, эндотелиоциты набухшие, цитоплазма некоторых из них с вакуолями. Боуменовое пространство незначительно расширено, внешняя мембрана клубочков утолщена за счет отека. Извилистые канальцы коркового вещества обычной округлой формы, с расширенным просветом, эпителиоциты канальцев набухшие, ядра в них смещены к центру. Определяются вакуоли в цитоплазме. Интерстициальные перегородки тонкие, их составляющие волокна разрыхлены, фибробласты с набухшими ядрами. В мозговом веществе канальцы обычной формы, эпителиоциты набухшие, ядра их округлые. Интерстициальные перегородки расширены, инфильтрированы лимфоидными элементами (см. рис. 5).

Исследования гомогенатов костной ткани нижней и верхней челюстей крыс выявило достоверное сни-

Таблица 3. Биохимические показатели костной ткани челюстей крыс

Показатель Группа	Крысы 1 (контрольной) группы (n=10)	Крысы 2 группы (n=9)	Крысы 3 группы (n=9)
P (ммоль/кг)	8,75±0,19	8,01±0,09Ф	6,47±0,20
Са (ммоль/кг)	11,62±0,60	9,06±0,364	7,36±0,48
ЛФ (О/кг)	79,41±3,01*	108,51±4,84	115,05±0,55
КФ (О/кг)	2,76±0,07*	4,04±0,26<	6,18±0,42
ЩФ/КФ (О/кг)	28,69±0,36*	25,11±1,16>	19,40±1,28
МДА (мкмоль/кг)	3,45±0,24*	6,20±0,19Ф	7,11±0,35
Каталаза (%)	72,30±1,84*	52,42±1,22	50,80±2,11
АПИ	20,95	8,45	7,14

Таблица 4. Биохимические показатели десен крыс

Показатель Группа	Крысы 1 (контрольной) группы (n=10)	Крысы 2 группы (n=9)	Крысы 3 группы (n=9)
КФ (О/кг)	1,32±0,12*	1,64±0,14	2,15±0,114
ЛФ (О/кг)	51,09±2,20*	46,00±1,21	36,12±2,474
МДА (мкмоль/кг)	3,21±0,19*	6,09±0,23	6,65±0,24
Каталаза (%)	71,82±1,74*	54,58±1,56	50,18±1,44
АПИ	22,71±1,08*	9,03±0,21	7,58±0,20

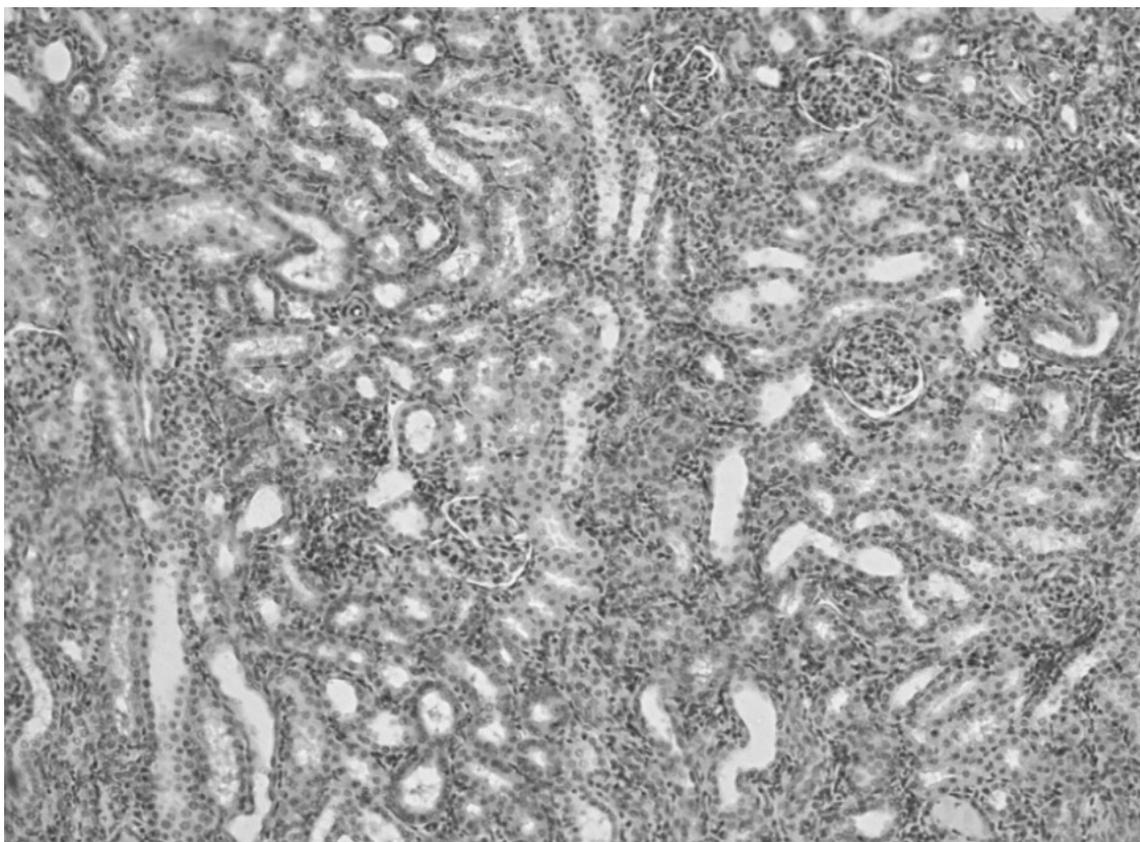


Рис. 5. Почка крысы, которая удерживалась на КГМ по разработанному способу. Округлые капиллярные клубочки, несколько расширенное боуменовое пространство. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение * 100

жение содержания Са под влиянием разработанной КГМ — $7,36 \pm 0,48$ ммоль/кг по сравнению с диетой Стефана — $9,06 \pm 0,36$ ммоль/кг ($p < 0,05$), снижение содержания Р ($6,47 \pm 0,20$ ммоль/кг и $8,01 \pm 0,09$ ммоль/кг; $p < 0,05$), увеличение содержания кислой фосфатазы ($6,18 \pm 0,42$ Л/кг и $4,40 \pm 0,26$ Л/кг; $p < 0,05$), уменьшение соотношения ЩФ и КФ, то есть индекса минерализации ($19,40 \pm 1,28$ А/кг и $25,11 \pm 1,16$ А/кг; $p < 0,05$), что свидетельствует об увеличении активности процессов резорбции костной ткани челюстей. Достоверное ($p < 0,05$) повышение уровня МДА и снижение активности каталазы в группах крыс, которые находились на КГМ, указывают на снижение САОЗ (табл. 3)

Воспроизведение кариеса по разработанной КГМ приводит к достоверным ($p < 0,05$) изменениям биохимических показателей гомогенатов десен у крыс, которые характеризуют состояние воспалительных процессов

и баланс САОЗ, по сравнению с таковыми относительно крыс 1 группы. У крыс 3 группы определили достоверные увеличения КФ — $2,15 \pm 0,11$ о/кг и уменьшение ЛФ — $36,12 \pm 2,47$ о/кг, уменьшение активности каталазы — $50,18 \pm 1,44\%$, повышение уровня МДА — $6,65 \pm 0,24$ мкмоль/кг. Последние два показателя были хуже, чем показатели крыс 2 группы, которые находились на кариогенном рационе Стефана, но недостоверно (табл. 4).

Таким образом, результаты экспериментальных исследований обосновывают разработанную модель экспериментального воспроизведения кариеса зубов у крыс, которая основывается на применении сбалансированной КГД с достаточным количеством прямых углеводов и дополнительном введении антибиотика аминокликозидного ряда гентамицина в бактериостатической концентрации.

ЛИТЕРАТУРА

- 05.04–19Р2.95П Прозрачные зубоорачебные составы // РЖ 19Р-2. Технология производства продуктов бытовой химии. Парфюмерия и косметика. — 2005. — № 4.
- Гладышева, О.М. Одонтогенные абсцессы и флегмоны челюстно-лицевой области по материалам II хирургического отделения / О.М. Гладышева // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. — 2014. — № 1(32). — С. 75–76.
- Зырянов, Б.Н. Роль состава и свойств ротовой жидкости в механизмах развития кариеса зубов у рабочих производства антибиотиков / Б.Н. Зырянов, А.В. Лебедев, Т.В. Притыкина // Институт стоматологии. — 2007. — № 2(35). — С. 60–61.
- Костюк, З.М. Изучение стоматологической и соматической заболеваемости у спортсменов-гребцов 15–18 лет / З.М. Костюк, А.Г. Пономарева, М.А. Саркисян // Вестник спортивной науки. — 2014. — № 5. — С. 37–40.
- Кулакова, Е.В. Эндогенные антимикробные полипептиды — факторы неспецифической защиты организма / Е.В. Кулакова, В.М. Елизарова, А.Н. Пампура // Российский стоматологический журнал. — 2012. — № 6. — С. 42–45.
- Плещева, В.Ю. Влияние приема антибиотиков на формирование эмали зубов / В.Ю. Плещева // Молодая наука — практическому здравоохранению: материалы 92-й итоговой научно-практической конференции студентов, ординаторов, аспирантов, молодых ученых (до 35 лет) ПГМУ имени академика Е.А. Вагнера, Пермь, 15–16 апреля 2019 года / Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера. — Пермь: Б. и., 2019. — С. 145–147.
- Успенский, Ю.П. Первый в России опыт использования «Гевискона» в лечении гастроэзофагеальной рефлюксной болезни / Ю.П. Успенский, И.Г. Пахомова, Е.И. Каченко // РМЖ. — 2007. — Т. 15. — № 22. — С. 1639–1642.
- Шумилов, Б.Р. Клинико-лабораторные аспекты эффективности применения газообразного озона при повторном эндодонтическом лечении зубов / Б.Р. Шумилов, Я.Ю. Сидоров, Р.В. Селин // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. — 2015. — Т. 14. — № 4. — С. 693–698.

© Кантария Гванца Отариевна (gvantsa_15@mail.ru), Кабытова Мария Викторовна (mashan.hoi@mail.ru),
Онищенко Любовь Федоровна (onishchenko_lf@mail.ru), Огонян Елена Александровна (ogonyan111@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОФИЛАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВРАЧА-СТОМАТОЛОГА

PREVENTION OF OCCUPATIONAL DISEASES OF A DENTIST

*I. Orlova
D. Arkhangel'skaya*

Summary. The professional work of medical workers is one of the most difficult, responsible and stressful types of activities, accompanied by a large mental load, which requires the doctor's concentrated attention, considerable effort and endurance, as well as a high level of efficiency. The directed improvement and further maintenance of the mental and physical abilities of a professional at an optimal level and the development of the functional stability of one's body to difficult working conditions requires special attention of all medical workers during their working life. Despite the prestige of the profession of a dentist, a large number of occupational diseases caused by the specifics and working conditions are noted in their environment. Purposefully used physical exercises adapt to the dentist's work and have significant advantages in comparison with labor movements. Along with the observance of personal hygiene and improvement of the sanitary condition of the dentist's workplaces, it is extremely important to lead a healthy lifestyle and regularly engage in physical exercise systems: running, swimming, "Scandinavian walking", dancing, performing special exercise complexes. Comprehensive education of physical qualities and the expansion of the fund of motor skills and abilities guarantees the productivity of the professional activity of a dentist.

Keywords: dentist, occupational risks, occupational diseases, personal hygiene, individual protection, physical culture; aerobic exercises; swimming; dancing; sleep.

В настоящее время разные медицинские направления профессиональной деятельности требуют качества оказываемых услуг населению, основываясь на научном подходе и высокотехнологичных принципах и методах лечения и профилактики заболеваний. Стоматология (от греч. Stoma — рот и logos-учение) — это медицинская наука, которая занимается изучением, диагностикой и лечением заболеваний зубов, челюстей и других органов полости рта [3].

В силу различных причин (экология, несбалансированное питание, отсутствие качественной гигиены в полости рта и др.) у многих граждан возникает необходи-

Орлова Ирина Анатольевна
Преподаватель, Астраханский государственный
медицинский университет
orlow.yurij2010@yandex.ru
Архангельская Дарья Владимировна
Астраханский государственный медицинский
университет
valeriaorlova303@gmail.com

Аннотация. Профессиональный труд медицинских работников относится к числу наиболее сложных, ответственных и напряженных видов деятельности, сопровождающихся большой умственной нагрузкой, которая требует от врача сосредоточенного внимания, значительных усилий и выносливости, а также высокого уровня работоспособности. Направленное совершенствование и дальнейшее поддержание на оптимальном уровне психических и физических способностей профессионала и выработка функциональной устойчивости своего организма к тяжелым условиям труда требует особого внимания всех медицинских работников в течение трудовой деятельности. Несмотря на престижность профессии врача-стоматолога, в их среде отмечается большое количество профессиональных заболеваний, вызванных спецификой и условиями трудовой деятельности. Целенаправленно используемые физические упражнения адаптируют к труду стоматолога и имеют значительные преимущества в сравнении с трудовыми движениями. Наряду с соблюдением личной гигиены и улучшением санитарного состояния рабочих мест стоматолога, крайне важно вести здоровый образ жизни и регулярно заниматься физическими системами упражнений: бегом, плаванием, «скандинавской ходьбой», танцами, выполнением комплексов специальных упражнений. Всестороннее воспитание физических качеств и расширение фонда двигательных умений и навыков гарантирует продуктивность профессиональной деятельности врача-стоматолога.

Ключевые слова: стоматолог, профессиональные риски, профессиональные заболевания, личная гигиена, индивидуальная защита, физическая культура, аэробные упражнения, плавание, танцы, сон.

мость обратиться к услугам стоматолога и их количество растет с каждым годом. Стоматолог — врач, специализирующийся на проблемах с челюстно-лицевой зоной имеющий обширный спектр деятельности: профилактика; лечение; хирургическое вмешательство; протезирование; исправление прикуса и многое другое [13,17].

Есть еще одна очень важная и не менее востребованная специализация врача: «стоматолог — эстет», который делает зубы красивыми, удаляя при этом все имеющиеся дефекты, осуществляет отбеливание зубов и дарит человека «голливудскую» улыбку. Следовательно, в сфере медицины профессия врача-стоматолога в настоящее

время является актуальной, востребованной и элитной. Но и в этой ответственной и престижной профессии существуют проблемы, связанные со спецификой условий труда, влияющей на сохранение здоровья врача-стоматолога. Все болезни человека возникают из-за состояния организма, находящегося между нормой и патологией. Научные исследования и статистические данные показывают, что в России в этом состоянии находится от 50% до 80% трудящихся разных профессий и специальностей [11].

В среде медицинских работников положение еще более катастрофично. Об этом можно судить по факту, обнаруженному ВОЗ — средняя продолжительность жизни врача 54 года [8]. Авторы Максимова Е.М., Сирак С.В. утверждают, что наиболее подвержены профессиональному риску врачи-стоматологи. В целях выявления реальной картины о количестве профессиональных заболеваний ставропольскими учеными проведено масштабное анонимное анкетирование 350 врачей — стоматологов [9]. Результаты исследования показали, что 55% опрошенных страдают заболеваниями опорно-двигательного аппарата (остеохондроз, искривление позвоночника, заболевания суставов); на патологию ЖКТ жалуются 43% анкетированных (гастриты, холециститы); аллергические заболевания наблюдаются у 20% врачей (в связи с работой с дезинфицирующими средствами и стоматологическими материалами); заболевания органов дыхания наблюдаются у 16% респондентов, а у 8% заболевания ЛОР-органов. Более половины опрошенных (51%) жалуются на повышенную утомляемость и раздражительность (5%), а также на бессонницу (2%). Повышенное артериальное давление наблюдается у 5% анкетированных. У абсолютного большинства врачей (88%) выявлены сопутствующие заболевания [9].

Нередко вынужденная поза врача, по мнению Аюпова И.Ш., Максимовой Е.М., Сирак С.В., Федотовой Ю.М., Костюкова Ю.И. и др. приводит к различным заболеваниям опорно-двигательного аппарата: нарушению осанки; искривлению позвоночника; к возникновению сколиоза, остеохондроза и артрита, которые проявляются болями в мышцах, позвоночнике, в суставах, костях, изменениями в пальцевых фалангах [2;9;15,17].

При работе в положении стоя ухудшается кровообращение и возникает патология нижних конечностей (варикозное расширение вен, тромбофлебит, плоскостопие...). Из-за длительного и часто повторяющегося напряжения мышц в вынужденном положении, развивается тендовагинит (заболевание суставной сумки в местах прикрепления сухожилий), а в сочетании с болезнью Рейно (редкое заболевание артерий конечностей) это может привести к профессиональной непригодности.

По мнению авторов Максимовой Е.М., Сирак С.В., гиподинамия также является следствием вынужденной рабочей позы стоя [9].

При лечении зубов врачу от пациентов могут передаваться многие инфекционные заболевания: вирусный гепатит, герпетические и вирусные конъюнктивиты, мононуклеоз, туберкулез, токсоплазмоз, дисбактериоз, эпидемический паротит, стафилококковые, стрептококковые и другие инфекции. ВИЧ-инфекция и сифилис также могут передаваться при лечении зубов. Микроорганизмы, находящиеся в слюне, на слизистой оболочке рта при дыхании, кашле, разговоре попадают в воздух, оседают на инструментарии и оборудовании и передаются воздушно-капельным путем [19].

Из-за вдыхания мельчайшей крошки при обработке зубов и возникает риск возникновения «силикоза». Данная зубная крошка, попадая в глаза, является причиной конъюнктивита. В составленной профессиограмме видно, что на состояние здоровья врача-стоматолога оказывают вредное воздействие также наркотические и токсичные вещества, антибиотики, анестетики, полимерные материалы, употребляемые для изготовления зубных протезов и пломб, рентгеновское излучение [13].

В повседневной трудовой деятельности врачей-стоматологов вредными условиями труда являются колебания освещенности помещения и температуры воздуха в нем, что вызывает значительные нагрузки на зрительные и слуховые анализаторы, а также вибрация и шум, создаваемые высокооборотным оборудованием [14].

В этих условиях существует риск снижения слуха и остроты зрения, болей в ногах. По утверждению Аюпова И.Ш. зрительная нагрузка стоматолога относится к разряду наивысшей сложности — после десятилетнего стажа работы до 80% врачей подвержены синдрому «сухого глаза» [2].

На применение очков для врача необходимо остановиться подробнее. С целью профилактики термических и механических травм служат защитные очки и экран, предохраняющие слизистую оболочку глаза от попадания биоматериала и агрессивных химических веществ. Для защиты сетчатки глаз при работе с гелиолампами и лазерными аппаратами необходимы очки со светофильтрами [13].

С целью профилактики негативных воздействий генераторов вибрации и шума необходимо использовать перчатки и обувь, гасящие вибрацию, а также организовывать достаточную шумоизоляцию рабочего места [9;13].

Чтобы обеспечить необходимое санитарное состояние рабочих мест врача-стоматолога необходимо проводить влажную гигиеническую уборку, проветривание или кондиционирование помещений, включая устройства вытяжной вентиляции, обеспечивающих удаление пыли, газов и паров непосредственно с мест их образования. Следует отметить, что температура воздуха рабочего помещения должна быть 18–20 градусов, а освещение быть естественным. Также крайне важным является соблюдение личной гигиены, использование средств индивидуальной защиты от вредных профессиональных факторов: специальной одежды, перчаток, очков, шапочек и других защитных приспособлений [13].

В своей работе врачу необходимо избегать напряженной и некомфортной позы собственного тела, приняв наиболее удобное и эргономически выгодное положение собственного тела, подготовив для каждого пациента оптимальное положение стоматологического кресла.

Важным средством профилактики профессиональных заболеваний врачей-стоматологов и улучшением состояния их здоровья является физическая культура и здоровый образ жизни. Подавляющее большинство врачей поддерживают этот тезис, но нередко сами его игнорируют. Необходимо вернуться к результатам исследования ставропольских ученых, на которые мы опирались в начале нашей публикации. Показательной является следующая статистика: вредным привычкам подвержены 55% врачей, хотя каждый пятый из их числа от этих привычек стараются избавиться. Лишь 10% опрошенных регулярно занимаются физической культурой, и только 6% делают утреннюю гимнастику [9].

Подобные статистические данные подтверждает и целый ряд других исследований авторов Косарева В.В., Бабанова С.А., Лебедева М., Федотовой Ю.М. и Костюковой Ю.И. [7;8;15]. Следовательно, можно сделать вывод, что забота о собственном здоровье и здоровом образе жизни для многих врачей не является первостепенной.

Качественное и эффективное лечение пациентов зависит не только от профессионализма врача и материально-технического обеспечения кабинета, и лаборатории, но, прежде всего, от состояния его здоровья. Профессиональные заболевания, возникающие в процессе трудовой деятельности стоматолога, диктуют необходимость комплексного здоровьесберегающего подхода, который включает в себя регулярные (ежегодные) медицинские осмотры, флюорографические исследования, гигиену труда и отдыха, соблюдение мер техники безопасности, потребность в здоровом образе жизни, включая регулярные занятия физической культурой и спортом.

Анализ профессиограммы показывает, что успешная профессиональная деятельность врача-стоматолога предъявляет повышенные требования к физическим качествам выносливости, силы, координации движений (мелкая моторика рук, дифференцировка мышечных усилий). Профессионально важным для врача являются также долговременная память (зрительная, слуховая, обонятельная, сенсорная), высокий уровень концентрации внимания, а также зрение и слух [3;13].

Эксперименты американского нейропсихолога К. Посталя позволили установить, что в головном мозге взрослого человека образуются новые нейроны и способствуют этому активные аэробные упражнения. И если подобные тренировки продолжаются до пота в течение 30–40 минут, то генерируются новые мозговые клетки. Этот научный факт подтверждают и шведские нейробиологи, которые считают, что в этом «заслуга» стволовых клеток, способствующих освоению новых знаний даже в солидном возрасте [16].

Занятия физическими упражнениями позволяют держать себя в тонусе до преклонных лет, но при этом важен настрой и собственная мотивация к сохранению своего здоровья для активного профессионального долголетия.

Ученые считают, что наиболее оптимальными являются кардио-тренировки и интенсивные интервальные тренировки, совершенствующие выносливость и дыхательную систему — бег, быстрая ходьба, плавание, велопробеги. В качестве примера врачам-стоматологам можно предложить использовать бег на предельной скорости в течение 30 секунд, а затем ходьба со скоростью примерно 6 км\час. Кардионагрузки по 30–40 минут пять раз в неделю делают человека на 9 лет моложе своего биологического возраста. В оставшиеся два дня недели рекомендуется выполнять силовые упражнения по полчаса в день (отжимания от пола, приседания, упражнения «планка», жим лёжа с умеренным весом утяжеления, гантели).

Следует отметить, что в настоящее время значительно увеличилось количество поклонников «скандинавской ходьбы», которая вовлекает в работу до 90% мышечных групп человека и облегчает при этом при помощи лыжных палок нагрузку с суставов ног. Этот факт профессионально важен для врачей-стоматологов, особенно людей старшего возраста. По мнению О. Сайкса Олифера танцы также являются эффективным средством снятия эмоциональной напряженности, улучшения настроения и эффективной активности мозга, совершенствования внимания и памяти. За счет вариативности двигательных движений, динамичности, балансировки и равновесия танцы оказывают даже более существенные изменения в гиппокампе, чем при занятиях фитнесом, циклически-

ми локомоциями (бег, ходьба, езда на велосипеде...) при том же объеме времени затраченного на занятие [12].

На занятии плаванием необходимо остановиться подробнее, так как этот вид спорта известен не только как средство совершенствования физических качеств и функций, но и способствует профилактике и лечению многих заболеваний. Как утверждают Доронцев А.В. и Батыров Э.М., нахождение в водной среде почти исключает работу скелетных мышц, что приводит к возможности их максимального расслабления [5,6]. Нагрузка на позвоночник уменьшается и это служит благоприятным фактором для лечения остеохондроза, радикулита, спондилита, сколиоза. Занятия в бассейне способствуют вылечиванию различных травм, вывихов, растяжений связок. Авторы Навратил М., Кадлец К и Даумс отмечают, что горизонтальное положение тела при плавании значительно облегчает работу сердца, так как в этих условиях отсутствует сила тяжести, являющаяся препятствием для продвижения крови по венам нижних конечностей, что является профилактикой варикозного расширения вен [10].

Также плавание является эффективным средством для улучшения подвижности в суставах и совершенствования координации движений. Плавание — оптимальный вид циклического спорта для совершенствования выносливости и улучшения когнитивной работоспособности врача-стоматолога [5].

Выполнение комплексов упражнений для профилактики профессиональных болезней врача должно быть обязательным и ежедневным. Комплексы необходимо выполнять в положении стоя и с широкой амплитудой, с обязательным выполнением упражнений для мышц ног. Эти упражнения не только способствуют улучшению кровоснабжения всего организма, но и ликвидируют

застойные явления венозной крови в области малого таза и нижних конечностей. Обязательно использовать в таких комплексах наклоны в разные стороны, прогибы туловища назад для снятия нагрузки с позвоночника и улучшения осанки. Рекомендуются также потягивания, встряхивания рук и кистей, повороты плеч и головы.

Активными физическими упражнениями и профилактическими мерами необходимо заниматься 10–15 минут ежедневно и в любое свободное от работы время. Для профилактики практически всех профессиональных заболеваний, включая эмоциональный стресс и профессиональное выгорание, необходимо выполнение дыхательных упражнений с задержкой дыхания на вдохе на 12–15 секунд.

Расстройство сна, долгое засыпание, поверхностный и прерывистый сон, преждевременное пробуждение негативно сказывается на работоспособности врача, настроении, здоровье и тем самым на ухудшение качества жизни. Для быстрого и надежного засыпания можно рекомендовать «метод 4–7–8» [13]. Этот метод, используемый ночами для расслабления и профилактики стресса, прошел многовековое испытание временем. Суть метода в следующем: перед засыпанием нужно успокоиться и сосредоточить внимание на дыхании. Дыхание осуществлять следующим образом: вдох сделать на четыре счета; задержать дыхание на протяжении семи счетов; произвести выдох на восемь счетов. Повторив эту дыхательную гимнастику, вы почувствуете дрему, и незаметно для себя уснете.

Выполнение рекомендаций нашей публикации поможет поддерживать качество жизни врача-стоматолога на должном уровне и продлить профессиональное долголетие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова Н. Николас Тульп, врач, интересные люди, биография. /Наталья Н. Антонова. Интересные люди. 11 октября 2016 (Электронный ресурс) <https://www.mujane.ru/articles/text/?id17664> Дата обращения 3.10.2021
2. Аюпов И.Ш. Профессиональные заболевания врача-стоматолога. Методы профилактики. //Международный студенческий научный вестник. — 2016. — № 2. — с. 37–41
3. Врач — стоматолог (профессиограмма) /Л.П. Яролович. (Электронный ресурс) kem.by. Copyright © 2016 Журнал «Кем Быть?». All Rights Reserved. <https://www.Kem.by/profa/rabota-kak-esteticheskoe-udovolstvie> Дата обращения 3.10.2021
4. Все о профессии врача / Плотникова М. 2010 (Электронный ресурс) <https://medru.su/professii/specialnost-vrach.htm> Дата обращения 3.10.2021
5. Доронцев А.В., Батыров Э.М. Формирование навыков профилактики заболеваний средствами физической культуры у студентов медицинских вузов. — Астрахань. — 2009. — 172 с.
6. Доронцев А.В. Оценка факторов риска развития дезадаптивных реакций на физическую нагрузку различной направленности у мужчин среднего возраста / А.В. Доронцев, А.А. Светличкина // Человек. Спорт. Медицина. — 2020. — Т. 20., № 1. — С. 135–141
7. Как уснуть за одну минуту? Эффективный способ, проверенный временем / В. Кулиев. 19.09.2021. (Электронный ресурс) <https://zen.yandex.ru/media/likeworkout/kak-usnut-za-odin...> Дата обращения 3.10.2021
8. Косарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональная заболеваемость медицинских работников //медицинский альманах. — 2010. — № 3. Изд-во «ЩЩЩ Реме-диум приволжье». — с. 29

9. Лебедев М. Врачи живут на 20 лет меньше. — Версия. Общество. — № 37 от 27.09.2021 /М. Лебедев (Электронный ресурс) <https://versia.ru/vrachizhivut-na-20let-menshe-svoix-pacientov> Дата обращения 3.10.2021
10. Максимова Е.М., Сирак С.В. Анализ рисков и мер по профилактике профессиональных болезней врачей-стоматологов // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — № 5 (часть 2) — с. 319–323
11. Навратил М., Кадлец К., Даумс. Патопфизиология дыхания [текст]: М., «Медицина», 1967, с. 43
12. О. Сайкс Олифер. Музыкаорелия. Изд-во «ASTPublishers», 2017. — 448 м.
13. Оценка профессионально-прикладной физической культуры студентов медицинского вуза / А.В. Доронцев, Э.А. Аленуров, В.И. Шарагин, Э.Ш. Петина // *Теория и практика физической культуры*. — 2019. — № 5. — С. 31–33.
14. Профессиограмма. Врач-стоматолог. Интерактивный портал Агентства труда и занятости населения Красноярского края. 30.12.2016 (Электронный ресурс) <https://trud.Krskstate.ru/professiograms/detail/23db2ceo-1af8-eb2-ae01-b2d2a8672847> Дата обращения 3.10.2021.
15. Светличкина, А.А. Особенности планирования уровня физических нагрузок у студентов специальной медицинской группы «А» имеющих сочетанные заболевания сердечно — сосудистой системы и вертебральной области / А.А. Светличкина, А.В. Доронцев// *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2020. № 1 (179). С. 245–250.
16. Семенова Е. Мне всё равно: 99% врачей профессионально выгорают на работе. LIFF Медицинская Россия. 25.12.2017 (Электронный ресурс) <https://medrussia.org/12325mnevsuo-ravno/> Дата обращения 3.10.2021
17. Федотова Ю.М., Костюкова Ю.И. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ВРАЧА-СТОМАТОЛОГА // *Научное обозрение. Медицинские науки*. — 2017. — № 2. — С. 19–21; URL: <https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=966> (дата обращения: 03.10.2021).
18. Zavalishina, S. Yu., Pravdov D.M., Bakulina T.D., Eremin M.V., Rysakova O.G., Dorontsev A.V. Strengthening the general functional capabilities of the body in the conditions of a feasible increase in muscle activity after intervention on the heart. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 2020; 13(2): 597–602.
19. Karpov V. Yu., Zavalishina S. Yu., Dorontsev A.V., Voronova N.N., Shulgin V.I., Kozyakov R.V. Influence of regular feasible physical activity on the platelets functional activity of the second mature age people. *Systematic Reviews in Pharmacy*. 2020; 11(8): 439–445.

© Орлова Ирина Анатольевна (orlow.yurij2010@yandex.ru), Архангельская Дарья Владимировна (valeriaorlova303@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Астраханский государственный медицинский университет

ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУРУНКУЛА ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

ETIOPATHOGENETIC ASPECTS OF THE BOIL OF THE MAXILLOFACIAL REGION (LITERATURE REVIEW)

**T. Petrova
I. Borodulina
N. Tegza**

Summary. In the presented review of the literature, the problem of the relevance of the boil of the face is raised. The data on the frequency of occurrence of the boil of the maxillofacial region in civil and military health care are presented. General and local factors affecting the development and course of the boil are described.

Keywords: maxillofacial region, pyoinflammatory diseases, boils, literature review, prevalence, etiology, pathogenesis.

Петрова Татьяна Вячеславовна

Аспирант, Военно-Медицинская Академия
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург
tanya-petrova-1995@yandex.ru

Бородулина Ирина Ивановна

Д.м.н., профессор, Военно-Медицинская Академия
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург
borodulina59@mail.ru

Тегза Николай Васильевич

К.м.н., доцент, Военно-Медицинская Академия
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург
tegza75@mail.ru

Аннотация. В представленном обзоре литературы поднимается проблема актуальности фурункула лица. Представлены данные о частоте встречаемости фурункула челюстно-лицевой области в гражданском и военном здравоохранении. Описаны общие и местные факторы, влияющие на развитие и течение фурункула.

Ключевые слова: челюстно-лицевая область, гнойно-воспалительные заболевания, фурункулы, обзор литературы, распространенность, этиология, патогенез.

В настоящее время наблюдается тенденция сохранения высокого числа пациентов с гнойно-воспалительными заболеваниями. При анализе их локализации в области головы и шеи, установлено, что наряду с увеличением числа одонтогенных гнойно-воспалительных процессов происходит рост бактериальных инфекций кожи. Из числа последних одним из наиболее часто встречающихся является фурункул челюстно-лицевой области.

Фурункул — острое гнойно-некротическое воспаление волосяного фолликула, сальной железы и окружающих его тканей. По данным различных источников в нашей стране в общей структуре оказания медицинской помощи больным в лечебно-профилактических учреждениях стационарного профиля заболеваемость фурункулом челюстно-лицевой составляет до 30%, из которых 20% случаев характеризуются осложненным течением (тромбофлебит лицевой вены, сепсис, абсцесс, флегмо-

на, синус-тромбоз.). От общего числа пациентов с воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области фурункул лица составляет от 10 до 20% [6, 14, 16, 35, 36, 41].

Гнойно-воспалительные заболевания мягких тканей в Вооруженных Силах РФ также представляют собой важную проблему, поддерживающую высокий уровень заболеваемости. В структуре сформированного обобщенного показателя нарушений здоровья военнослужащих актуальным остаются болезни кожи и подкожной клетчатки (XII класс) — 7% от общей структуры нарушений здоровья военнослужащих по призыву (87%) [1, 7, 10, 25].

Изучением гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей в Вооруженных силах РФ занимались И.Ю. Быков, А.В. Самцов, В.В. Гладько, М.В. Устинов (2006). Согласно их исследованиям, у военнослужащих по при-

зыву доля таких заболеваний составляет более четверти, а в отдельных видах, родах войск и военных округах — более трети всей заболеваемости по ВС [7].

История развития взглядов на этиопатогенез и принципы лечения пиодермий содержит многие интересные факты.

Гиппократ первым сформулировавший такие понятия, как «заживление раны без полости», «заживление ран с нагноением», описал клинику флегмоны, абсцесса, карбункула, а также выдвинул основной принцип их лечения — «ubi pue, ibi evasua» — «где [есть] гной, там эвакуируйте [это]» [8, 28].

Древние египтяне за 3000 лет до н.э. использовали для лечения гнойных заболеваний кожи мед, масло, вино.

В Средние века в лечении пиодермии использовали мази из скипидара, розового масла, яичных желтков, применяли сулему.

В XVII — XIX века в качестве антисептических средств для местного лечения воспалительных процессов кожи врачи применяли карболовую, борную кислоты, ксероформ, йодоформ, препараты серебра, перуанский бальзам, нафталан, этиловый спирт, салициловую кислоту, препараты свинца [28].

Русский патолог Ф.И. Пиотровский, в 1860 году написавший диссертацию «О гире и огневице», приоритетным в лечении гнойно-воспалительных заболеваний считал противовоспалительное лечение без хирургического вмешательства. Также, он полагал, что фурункулами чаще болеют лица, «живущие в бедности, или же старики полнокровные, страдающие подагрой», а также перенесшие травму кожи.

В 60–70 годах XIX века были достигнуты значительные успехи в области микробиологии. Это дало значительный толчок в развитии учения о пиодермиях.

В 1878 году опубликованы результаты экспериментов Р. Коха по культивированию стафилококка, возбудителя раневых инфекций, на основании микроскопического наблюдения описаны свойства микроорганизмов, выделенных из инфицированных ран [28].

В 1884 году Ф. Розенбах описал два типа пигментированных колоний стафилококков и предложил следующую номенклатуру: *Staphylococcus aureus* (золотистый), *Staphylococcus albus* (белый). Он установил, что стафилококк способен вызывать распад лейкоцитов [28, 29].

Т. Бильрот в 1874 году впервые обнаружил стрептококки в тканях человека при рожистом воспалении и раневых инфекциях. Позже в 1879 году указанные микроорганизмы были обнаружены Л. Пастером, а в 1881 году А. Огстоном при септицемиях и гнойных поражениях [28].

Термин «пиодермиты» для наименований гнойничковых заболеваний кожи впервые в 1981 году предложил Лемуар [34].

В 1882 году один из основоположников отечественной дерматологии А.Г. Полотебнов для лечения вскрывшихся фурункулов использовал повязки с плесенью *Penicillinum* и *Aspergillum*. Однако широкое применение пенициллинов произошло в конце 40-х годов XX века после его кристаллизации Э. Чейном, сотрудником А. Флеминга [28, 34, 36].

В «Очерках гнойной хирургии» А.Ф. Войно-Ясенецкий описал несколько клинических случаев осложненного течения фурункула и карбункула лица. Кроме того, он предложил достаточно радикальный способ хирургического лечения абсцедирующего фурункула и карбункула лица путем кругового вырезания их в пределах здоровых тканей, особенно при злокачественном течении [8].

На сегодняшний день проведено большое количество исследований, посвященных изучению этиологии и патогенеза гнойно-воспалительных процессов, в частности фурункула челюстно-лицевой области, постоянно совершенствуются методики лечения гнойно-воспалительных заболеваний. Интерес ученых к этой проблеме не утрачен. Это объясняется значимыми изменениями в клиническом течении фурункула лица, проявляющимися в виде атипичных инкурабельных форм, повышающих риск развития угрожающих жизни состояний и имеющих тенденцию к хроническому течению.

Длительное время ведущую роль в развитии фурункула лица отдавали бактериальному агенту. На коже здорового человека, в волосяных фолликулах, протоках сальных и потовых желез присутствуют аэробные и анаэробные микроорганизмы; грамположительные (стафилококки, стрептококки, микрококки, пропионобактерии, коринеформные бактерии) и грамотрицательные (кишечная палочка, протей) бактерии, дрожжеподобные грибы родов *Candida* и *Malassezia*, плесневые грибы. Нормальную микрофлору кожи подразделяют на резидентную и транзитную. В состав резидентной микрофлоры входят *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus spp.*, *Sarcina spp.*, *Propionibacterium spp.*, коринеформные бактерии и др. К транзитной микрофлоре кожи относятся *Streptococcus spp.*, *Peptococcus spp.*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter*

spp., *Acinetobacter spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Candida albicans* и др. [21, 28, 34].

Основным возбудителем фурункула челюстно-лицевой области является золотистый (в 95%), реже белый стафилококк. Чаще они высеиваются в виде монокультуры, реже в ассоциации с другими микроорганизмами, такими как *E. coli*, *Str. Haemolyticus*, *Str. Epidermidis* [5, 17, 26, 27, 28, 29]. Известно, что в состав нормальной микрофлоры кожи человека входят условно-патогенные микроорганизмы, сапрофитная флора. Так, у здоровых лиц стрептококки и стафилококки обнаруживаются в среднем до 10% случаев. В.Г. Арзуманян и соавторы приводят данные об обсемененности кожи здоровых людей и лиц с различными кожными заболеваниями. Выявлено, что в подавляющем большинстве случаев при различных заболеваниях кожи высевается *Staph. aureus* (до 89% случаев), реже обнаруживаются *Str. haemolyticus* и *Staph., epidermidis* [28]. По данным Ю.Н. Кошевенко (год), на коже здорового человека сапрофиты составляют 49,5%, условно-патогенные микроорганизмы — 41,8% и патогенные — 8,7% [21].

Безусловно, бактерии играют одну из ключевых позиций в развитии фурункула лица. Однако, все большее число исследователей приходят к выводу, что бактерии не являются непосредственной причиной заболевания, они лишь провоцируют местные воспалительные процессы. Для возникновения пиодермии очень важно наличие общих и местных предрасполагающих факторов.

Так, М.Н. Зубков выделяет две группы факторов, способствующих развитию глубоких пиодермий [20]. К первой группе относятся факторы, связанные с состоянием кожи:

1. Нарушение целостности кожного покрова;
2. Загрязнения кожи, чаще всего на лице, шее, кистях;
3. Несоблюдение правил личной гигиены — недостаточно частое и своевременное мытье кожи способствует накоплению на ней пыли и грязи, разрыхлению рогового слоя и размножению гноеродных микробов;
4. Мацерация кожи;
5. Раздражение кожи химическими веществами;
6. Перегревание и переохлаждение кожи, влекущее за собой количественные изменения потоотделения, нарушения кровообращения и трофики кожи, понижение ее сопротивляемости и возникновению гнойничковых заболеваний.

К внутренним факторам относят:

1. Заболевания внутренних органов, возникающие у ослабленных пациентов, перенесших инфекционное заболевание, страдающих хроническими

заболеваниями желудочно-кишечного тракта, нарушениями обмена веществ, особенно углеводного;

2. Пониженное питание, гипо- и авитаминозы;
3. Функциональные нарушения нервной системы, нервное и психическое переутомление;
4. Возрастные особенности кожи.

По данным литературы ведущей местной причиной является снижение барьерной функции кожного покрова. Нарушение целостности эпидермиса может произойти при ссадине, порезе во время бритья, мацерации кожи, при получении различных микротравм [6, 14, 17, 20, 41]. Кроме того, на барьерную функцию кожи влияет рН кожи и секрет потовых и сальных желез, которые обуславливают бактерицидную функцию кожи. При повышенной себосекреции и смещении рН кожи в щелочную сторону, увеличивается проницаемость эпителия фолликулов. В результате чего создаются благоприятные условия для роста патогенных микроорганизмов на поверхности кожи и внутри фолликулов, их проникновения в толщу эпидермиса и инфицирования окружающих тканей [18, 21].

Среди местных факторов также стоит указать загрязнение кожи, несоблюдение правил личной гигиены. Редкое мытье кожи способствует накоплению на ней пыли и грязи, разрыхлению рогового слоя и размножению гноеродных микробов [14, 17, 20, 35, 41].

К общим факторам относятся: наличие сопутствующей патологии (заболевания эндокринной системы, желудочно-кишечного тракта, нарушениями обмена веществ, особенно углеводного), пониженное и несбалансированное питание, гипо- и авитаминозы, нервное и физическое переутомление, неблагоприятные метеорологические условия, а также охлаждение и перегревание организма. Под влиянием выше указанных факторов защитные и адаптационные механизмы организма находятся в постоянном напряжении, происходит их истощение, что в свою очередь приводит к развитию заболеваний, в том числе кожных пиодермий [6, 14, 17, 20, 31, 36, 41].

Что касается военнослужащих, то помимо указанных факторов стоит обратить внимание особенности воинской службы.

Как известно, служба в рядах Вооруженных Сил страны по призыву сопряжена с напряжением адаптационного потенциала организма, особенно в ее начальный период. Попадая в распоряжение войсковой части, молодые воины вынуждены максимально задействовать адаптивные механизмы для эффективного функционирования в новых условиях проживания. По данным

Вязницкого А.В. наиболее напряженным является первые полгода, когда идет процесс адаптации к службе (биологической, профессиональной, психологической и социальной) [1]. В этот период происходит снижение естественной резистентности организма, проявляющееся ростом уровня заболеваемости по первичной обращаемости инфекционной, органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки, органов пищеварения [3, 30, 32].

По мнению Быкова В.Ю. и Устинова М.В. болезни кожи и подкожной клетчатки у военнослужащих обусловливаются отсутствием необходимых условий для соблюдения правил личной гигиены и оказания первой медицинской помощи при микротравмах, недостатками в организации размещения и банно-прачечного обслуживания личного состава, низким уровнем гигиенического воспитания и пропаганды здорового образа жизни [7].

Стоит обратить внимание и на специфический фактор прохождения воинской службы. Исследования показывают, что у солдат, по сравнению с юношами, находящимися на так называемой «гражданке», выявляются более высокие показатели депрессии и более низкие значения психосоциального благополучия. Это связано с тем, что начальный период службы характеризуется для солдат временным разрывом эмоционально близких отношений со значимым окружением (семья, друзья) и вынужденной утратой привычной психологически комфортной атмосферы. В контексте межличностного взаимодействия призывникам необходимо развивать и совершенствовать навыки конструктивного поведения в конфликтных ситуациях и коммуникативной компетентности [15].

Статистические данные последних лет свидетельствуют о том, что фурункул лица преимущественно развивается у лиц юного и молодого возраста [6, 14, 17, 41]. По данным Файзуллиной Г.А. это наиболее частая форма воспалительных заболеваний, которая встречается у 80% молодых пациентов в возрасте до 25–30 лет [37, 38].

По данным Климовой И.С. (2009), чаще глубокие пиодермии развиваются в раннем репродуктивном периоде и периоде пубертата, т.е. в возрасте 19–35 лет (47,3%) и 14–18 лет (32,7%) соответственно. Начиная с позднего репродуктивного периода (36–45 лет) и до периода постменопаузы (56 лет и старше) происходит постепенное уменьшение частоты развития фурункула [5, 6].

Супиев Т.К. отмечает значительные колебания в возрастном составе пациентов с фурункулами лица. По его данным, в юношеском возрасте чаще развиваются фурункулы (42%). Среди пациентов средних лет и пожилых

встречаются карбункул, чему способствуют сопутствующие соматические заболевания у больного [36, 46].

Баранова И.Д. приводит следующие данные: среди пациентов с фурункулами и карбункулами в 68,9% случаев преобладают лица в возрасте 21–40 лет, в 15,1% — 16–20 лет и в 15,1% — старше 40 лет [2].

По данным Робустовой Т.Г. фурункул и карбункул лица в 81% случаев возникают повторно, в 43% — у лиц с гнойными заболеваниями кожи [31].

Большинство авторов указывают, что фурункулы одинаково часто встречаются как у мужчин, так и у женщин. В то же время некоторые исследователи считают, что преимущественно это заболевание наблюдается у мужчин (67,3%) [36, 49].

При изучении особенностей развития фурункула лица следует обратить внимание на сезонность проявления заболевания. По данным Супиева Т.К. пациенты с данной патологией преимущественно обращаются в летний, осенний и весенний периоды — 31,2%, 30% и 21,3% соответственно. Лишь 17,5% пациентов обращаются за медицинской помощью зимой [36]. Исследователи Климова И.С. и Ефимов Ю.В. так же указывают, что тяжелые формы фурункула лица встречаются весной и осенью — 71,2%. По мнению авторов это связано с сезонными колебаниями температуры и характерным изменением иммунологического статуса организма в указанные времена года [6, 14].

Частота расположения фурункула лица в различных областях лица объясняется анатомическими особенностями строения и функционирования кожи. Наиболее характерной его локализацией являются участки кожи с густым расположением волосяных фолликулов и сальных желез, что наиболее характерно для участка частой локализации (в 20% случаев) в щечной области. Далее, по частоте встречаемости следуют подбородочная область, верхняя губа и область носа (12–15%). Реже фурункул встречается в скуловой, лобной, височной и подглазничной областях (3–5%) [6, 14, 17, 41].

Пусковыми факторами в развитии фурункула чаще являются: переохлаждение — 22,5%, травма (попытка выдавливания) первичных воспалительных элементов кожи (пустулы, угри) — 27,6%, перенесенный стресс — 10,2%, неудовлетворительная гигиена кожи лица — 6,8% [6, 14, 17, 41, 43].

Механизм развития, клиника и течение пиодермий зависит не только от вида микроба, его патогенных, вирулентных и инвазивных свойств, но и от защитных сил макроорганизма, особенностей взаимодействия

его с возбудителем. Существенное значение имеют нарушения нормального функционирования и взаимодействия различных звеньев иммунной системы, нарушения углеводного обмена, эндокринные расстройства, заболевания желудочно-кишечного тракта и ряд других сопутствующих соматических патологий. У лиц с хроническим рецидивирующим фурункулезом соматическая патология встречается в 100% случаев, преимущественно это заболевания желудочно-кишечного тракта (97,1%), ЛОР-органов (36,4%), и эндокринная патология, представленная в 5,8% случаев сахарным диабетом и в 7,7% — гиперандрогемией [6, 16, 20, 45, 46].

Кожа является крупнейшим специализированным органом человека. Она представляет собой своеобразную систему, тесно связанную с внутренней средой организма, и являющуюся экологической нишей для микроорганизмов [4, 22]. Обычно на 1 см² кожных покровов приходится 10³–10⁴ микроорганизмов; на участках с повышенной влажностью их число может достигать 10⁶. Естественные механизмы, поддерживающие нормальный микробиоценоз здоровой кожи — это сами бактерии. Так, *Staph. epidermidis* выделяет токсины, обладающие антибиотикоподобным действием в отношении патогенной флоры, кроме того, *Staph. albus* угнетает *Staph. Aureus* [6, 34, 48].

По данным различных авторов, у пациентов, страдающих фурункулом лица, имеют место нарушения микробиоценоза кожи. Так, микробный пейзаж кожи челюстно-лицевой области практически здоровых людей представлен непатогенными стафилококками — *Staph. epidermidis* (92,4%) и *Staph. saprophyticus* (44,6%), в 30% случаев встречаются *Str. haemolyticus* γ и грибы рода *Candida* [4, 6, 22, 27, 43, 46].

У пациентов, страдающих фурункулом челюстно-лицевой области, микрофлора кожи лица представлена *Staph. epidermidis* (63%), *Staph. saprophyticus* (30%), *Staph. aureus* (2%), грибами рода *Candida* (3%), *Str. haemolyticus* γ и *E. coli* (1%). Дрожжеподобные грибы, энтеробактерии и кишечная палочка на коже обычно не выявляются, только с возрастом, когда механизмы естественной защиты ослабевают, они появляются в сообществе микроорганизмов кожи [5, 20, 27, 43, 45, 49].

В результате данных изменений нарушается нормальное функционирование микрофлоры, развивается дисбактериоз кожи. При этом полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая) могут трансформироваться в насыщенные, что становится причиной или сопутствующим фактором дисбаланса липидного обмена кожи, либо организма в целом.

Состав микрофлоры и размножение ее представителей контролируется самим организмом с помощью механических, бактерицидных, химических факторов [47, 48, 49]. К числу факторов, существенно влияющих на удаление транзитной флоры с поверхности кожи, относятся кислая реакция среды (рН 4–5), наличие жирных кислот в секретах сальных желез, состояние кератинизации, присутствие лизоцима, трансферрина [23].

Изменение количества и состава кожного сала является одним из ключевых моментов в развитии фурункула челюстно-лицевой области. Секреторная активность сальных желез находится под контролем половых стероидов. По данным литературы к 18–25 годам уровень половых стероидов достигает максимальных значений [18, 21, 34]. В этот период повышается их влияние на клетки мишени волосяных фолликулов и сальных желез, что приводит к повышенной секреции сальных желез и изменению состава кожного сала. Так, повышение концентрации в составе кожного сала сапиената и себалеата приводит к развитию асептического воспаления. Линолевая и линоленовая кислоты входят в состав ацилцерамидов, которые играют роль своеобразных «заклепок» в многослойных липидных пластах межклеточного пространства, обеспечивающих сцепление корнеоцитов. При недостатке ацилцерамидов наблюдается расслоение мембраноподобных структур, нарушается не только проницаемость рогового слоя, но и нормальная дифференцировка кератиноцитов. Кроме того, снижение количества линоленовой кислоты приводит к смещению рН кожного сала в щелочную сторону, увеличению проницаемости фолликулярного эпителия. Указанные факторы содействуют нарушению барьерной функции эпителия и созданию условий для роста микроорганизмов на поверхности кожи и внутри волосяного фолликула [34].

Приводятся данные о влиянии различных гормонов на иммунную систему организма. У пациентов пубертатного и раннего репродуктивного периодов, страдающих фурункулом лица, отмечено повышенное содержание свободного тестостерона в сыворотке крови на фоне снижения концентрации эстрадиола и глобулина, связывающего половые стероиды [5]. Под действием тестостерона существенно снижается миграция В-клеток из костного мозга в селезенку, изменяется направление дифференцировки полипотентных клеток в сторону эритропоэза, в ущерб лимфопоэзу [5, 6].

Эстрогены, наоборот, избирательно активизируют отдельные клеточные популяции, участвующие в реализации иммунного ответа, стимулируют фагоцитарную способность макрофагов. Нарушение баланса андрогены-эстрогены в сторону первых, сопровождается изменениями в иммунной системе, заключающимися в сни-

жении количества Т-лимфоцитов и их субпопуляций [6, 26, 45]

Наиболее существенными являются изменения в фагоцитарном и гуморальном звеньях иммунной системы. Особенно важно исследовать указанные показатели у пациентов с хроническим рецидивирующим фурункулезом. Изучая особенности рецидивирующего фурункулеза Laube S.I., Farrell A.M. отмечают наличие аллергического компонента в воспалении при фурункулезе у лиц старшего возраста, что сопровождается повышением общего Ig E [46]. Дружинина Т.А. и Алексеев Н.Ю. установили, что у значительной части пациентов с повышенными значениями уровня сывороточного Ig E течение фурункулеза характеризовалось формированием стойкого непрерывного рецидивирующего хронического гнойно-воспалительного процесса с множественными фурункулами и слабой воспалительной реакцией. Кроме того, авторами доказано, что у пациентов с хроническим рецидивирующим фурункулезом с повышенными значениями Ig E наблюдается снижение оксидантного потенциала нейтрофилов, что может служить одной из причин формирования стойкого непрерывного рецидивирующего хронического гнойно-воспалительного процесса [11].

Важно при изучении данного заболевания оценивать не только количество иммуноглобулинов, но и их функциональную активность. Так, Сетдиковой Н.Х. и соавт. было установлено, что причиной рецидивирования фурункулеза является снижение аффинности иммуноглобулинов к общей антигенной детерминанте *S. aureus*, который является основным возбудителем фурункула лица и преимущественно высевается при бактериологическом исследовании у пациентов с хроническим рецидивирующим фурункулезом [33].

Ряд исследователей считают, что одной из причин хронизации воспалительного процесса являются нарушения в нейтрофильном звене [19, 45]. Одним из predisposing факторов к снижению бактерицидности нейтрофилом является гипохромия. Недостаток сывороточного железа приводит к снижению активности ферментов нейтрофилов (таких, как миелопероксидаза), определяющих их бактерицидность [19, 44]. Также к хронизации воспалительного процесса могут приводить такие дефекты нейтрофилов, как нарушение переваривающей функции нейтрофилов (т.е. завершенность фагоцитоза), дефицит глюкозо-6-фосфат дигидрогеназы (характеризуется нарушением продукции перекиси водорода и восприимчивостью к *S. aureus*, *E. coli*), дефицит миелопероксидазы (необходимая для внутриклеточного уничтожения бактерий), дефицит адгезии лейкоцитов I типа — дефицит интегринов CD11/CD18 (нарушается хемотаксис гранулоцитов) [6, 19, 26, 44].

В последнее время многие авторы указывают контактный компонент в развитии рецидивирующего фурункула [43, 45, 50]. Особенно важно учитывать этот фактор, если пациенты являются членами одной семьи или общины, поскольку непосредственный физический контакт с носителями является основным фактором риска развития рецидивирующего фурункулеза. В этом случае следует избегать повторного использования или обмена личными вещами, такими как одноразовые электрические бритвы или эпиляторы, постельное белье или полотенца, которые были использованы на зараженной коже. Так, Winthrop K.L. et al. описали 110 клинических случаев с жителями Северной Каролины с хроническим рецидивирующим фурункулезом, которые пользовались услугами одного и того же педикюрного салона [51].

В последние годы исследователи уделяют пристальное внимание нарушению баланса про-антиоксидантных реакций организма при развитии гнойно-воспалительных процессов челюстно-лицевой области, поскольку это является одной из причин развития синдрома эндотоксикации [12, 13, 40, 41, 42].

Дурново Е.А. выделяет три компонента эндогенной интоксикации при хирургической инфекции: микробиологический, биохимический и иммунологический. Основным источником интоксикации являются продукты распада белков в виде разнообразных соединений с различной молекулярной массой, приобретающих свойства токсинов. Степень интоксикации бывает весьма различна и зависит от локализации и распространенности воспалительного процесса, характера микрофлоры, возраста больного и реактивности организма [12, 13].

Установлено, что истощение внутренних компенсаторных механизмов организма, уменьшение активности антиоксидантной системы, повышение концентрации продуктов перекисного окисления липидов (диеновые конъюгаты, малоновый альдегид) и других токсических субстанций в крови формирует эндогенную интоксикацию, степень которой напрямую связана с клиническим течением многих воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области. Доказано, что нарушения в системе ПОЛ-АОЗ и высокий уровень эндогенной интоксикации снижают скорость репаративных процессов, продлевают стадию очищения гнойной раны и могут служить основанием к неблагоприятному исходу заболевания, развитию осложнений [13, 20, 40, 41].

Таким образом, фурункул лица, особенно его хронические формы, является полиэтиологичным заболеванием. Многими исследователями доказано, что в патогенезе развития указанного заболевания играют роль несколько взаимосвязанных между собой факторов, о чем следует помнить при выборе тактики лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптация молодого воина к условиям службы и профилактика дизадаптационных расстройств. Методическое руководство / А.В. Вязницкий и др. - М., 1990. - 28 с.
2. Баранова И.Д. Новые подходы к лечению хронического фурункулеза с помощью современных иммуномодуляторов: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.36 / И.Д. Баранова. — М., 1999. — 22 с.
3. Басалыга, В.Н. Гигиеническое обоснование мероприятий по неспецифической профилактике болезней органов дыхания в организованных воинских коллективах: автореф. канд. мед. наук: 14.00.07 / Басалыга Василий Николаевич Н. Новгород, 2003. — 20 с.
4. Бондаренко В.М., Боев Б.В., Лыкова Е.А., Воробьев А.А. Дисбактериозы желудочно-кишечного тракта // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 1998. — №1. — С. 66–70.
5. Бородулина И.И. Микробный пейзаж при фурункуле лица / И.И. Бородулина, И.С. Климова, Е.А. Железнова // Забайкальский медицинский вестник. — 2009. — № 2. — С. 22–24.
6. Бородулина И.И. Фурункул и карбункул челюстно-лицевой области: учебное пособие/ И.И. Бородулина, И.С. Климова. — Чита.: РИЦ ЧГМА, 2011. — 67 с.
7. Быков И.Ю. О проведении эксперимента по снижению заболеваемости дерматовенерологического профиля военнослужащих Северо-Кавказского военного округа /И. Ю. Быков, А.В. Самцов, В.В. Гладько, М.В. Устинов// Военно-медицинский журнал. — 2006. — № 2(327) -С.4–8.
8. Войно-Ясенецкий, Валентин Феликсович (1877–1961). Очерки гнойной хирургии [Текст] / Святитель Лука (В.Ф. Войно-Ясенецкий). — 6-е изд. — Симферополь: издание Симферопольской и Крымской епархии, 2016. — 511 с.
9. Гайворонская Т.В. Динамика состояния антиоксидантной активности плазмы крови у больных одонтогенными флегмонами челюстно-лицевой области при комплексном лечении // Российский стоматологический журнал. — 2008. — № 1. — С. 30–31.
10. Григорьев С.Г. Медико-статистическая характеристика заболеваемости военнослужащих по призыву Вооруженных Сил Российской Федерации (2007–2016 гг.)/ С.Г. Григорьев, В.И. Евдокимов, В.В. Иванов, П.П. Сивашенко, Д.И. Фелелов// Воен.-мед.журн.-2017. № 10 (338): С. 4–14.
11. Дружинина Т.А. Сравнительная оценка течения хронического рецидивирующего фурункулеза и фагоцитарного звена иммунитета в группах больных с различным уровнем сывороточного иммуноглобулина Е/ Дружинина Т.А., Алексеева Н.Ю.// Медицинская иммунология. — 2014. — Т. 16. — № 3. — стр.295–300.
12. Дурново Е.А. Развитие синдрома эндогенной интоксикации у больных с острыми гнойно-воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области и шеи: учеб. пособие / Е.А. Дурново. — Н. Новгород, 2000. — 25 с.
13. Дурново Е.А. Роль свободнорадикального окисления в патогенезе воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области // Матер. XI Международной конференции челюстно-лицевых хирургов и стоматологов. — СПб., 2004. — С. 67–68.
14. Ефимов Ю.В. Фурункулы и карбункулы челюстно-лицевой области: учебное пособие/ Ю.В. Ефимов, Х.Х. Мухаев, Е.Н. Ярыгина, В.Н. Мухин — М.: Медицинская книга, 2012. — 48с.
15. Заворотный В.И., Розанов В.А. Некоторые психо-социальные особенности парасуицидального поведения среди солдат срочной службы // Тюменский медицинский журнал. 2013. Т. 15, № 1. С. 7–8.
16. Имбрияков К.В. Сравнение заболеваемости и тактики лечения больных с фурункулами и карбункулами лица по данным Самарской и Кировской областей/ К.В. Имбрияков, В.Ю. Никольский // Российский стоматологический журнал. — 2013. — № 5. — С. 27–29.
17. Имбрияков К.В. Фурункулы и карбункулы лица/ К.В. Имбрияков, В.Ю. Никольский // Российский стоматологический журнал. 2013. № 5. С. 52–56.
18. Кабаева Т.И. Роль состава кожного сала в патогенезе акне / Т.И. Кабаева, Г.А. Осипов // Вестн. дерматол. венерол. — 2004. — № 2. — С. 28–30
19. Калинина Н.М. Нарушения иммунитета при рецидивирующем фурункулезе// Цитокины и воспаление. — 2003.-Т.2. — № 3. — стр.41–44.
20. Касенова Н.С. Этиопатогенез и частота развития фурункулов и карбункулов челюстно-лицевой области//Здравоохранение Кыргызстана. -2012. — № 3. — С. 97–102.
21. Кошевенко Ю.Н. Кожа человека: руководство для врачей и студентов/ Ю.Н. Кошевенко. — М.: Медицина, 2007. — Т. 1. — 360 с.
22. Крамарь В.С. Пространственная структурная иерархия микроорганизмов в биоценозе кожи // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — Волгоград, 2003. — Т. 58. Вып.9. — С. 23–27.
23. Лисишников Л.П. Особенности микробиоценоза основных биотопов организма человека в условиях Европейского Севера России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Архангельск, 1997. — 25 с.
24. Монахов С.А. Антиандрогенная терапия акне у женщин / С.А. Монахов, О.Л. Иванов, М.А. Самгин // Рос. журн. кож. венер. бол. — 2005. — № 3. — С. 66–70.
25. Мухаметжанов А.М. Заболеваемость военнослужащих срочной службы/ А.М. Мухаметжанов, Н.К. Смагулов // Медицина труда и промышленная экология.-2015.-№ 3.— С. 22–25.
26. Новикова И.А. Показатели иммунного статуса у больных хроническим рецидивирующим фурункулезом в стадии ремиссии/ Новикова И.А., Гомоляко А.В. // Медицинская иммунология. — 2010.-Т.12.-№ 3. — стр.241–246.
27. Оценка стафилококковой и нелипофильной дрожжевой микрофлоры кожи у больных с патологией при контактно-способе посева / В.Г. Арзуманян [и др.] // Вестн. дерматол. венерол. — 2004. -№ 6. — С. 3–6.
28. Пиодермии: учеб. пособие для осваивающих образовательные программы высшего образования по специальности «Лечебное дело» / под ред. С.А. Черныдьева, М.А. Уфимцевой//Уральский гос. мед. университет — Екатеринбург: Издательство УГМУ, 2016—104 с.
29. Потатуркина-Нестерова Н.И. Микробиота кожи в норме и при патологии / Н.И. Потатуркина-Нестерова, О.Е. Фалова, И.С. Немова, Н.С. Онищенко; под ред. Н.И. Потатуркиной-Нестеровой. — Ульяновск: УлГТУ, 2014. — 113 с.

30. Потехина, Н.Н. Научное обоснование системы нутриционной профилактики заболеваний, связанных со снижением естественной резистентности организма военнослужащих: автореф. докт. мед. наук: 14.00.07 / Потехина Наталья Николаевна. М., 2004. — 45 с.
31. Пути профилактики и лечения распространенных воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области и их осложнений / Т.Г. Робустова [и др.] // Клиническая стоматология. — 1995. — № 1. — С. 31–33.
32. Сгибнев, Д.В. Новый способ профилактики внебольничных пневмоний в воинских коллективах: автореф. . канд. мед. наук: 14.00.30;14.00.07 / Сгибнев Дмитрий Викторович. Н. Новгород, 2004. — 24 с.
33. Сетдикова Н.Х. Комплексные механизмы развития хронического рецидивирующего фурункулеза и пути их коррекции / Н.Х. Сетдикова, Т.В. Латышева // Иммунология. — 2000. — № 3. — С. 48–50.
34. Соколовский Е.В. Кожные и венерические болезни: учебное пособие для студентов медицинских ВУЗов. — СПб.: Фолиант, 2008. — 520 с
35. Соловьев М.М. Гнойно-воспалительные заболевания головы и шеи. Этиология, патогенез, клиника, лечение. / Под ред. М.М. Соловьева, О.П. Большакова, Д.В. Галецкого — М.: МЕДпресс-информ, 2016. — 192 с.
36. Супиев Т.К. Гнойно-воспалительные заболевания челюстно-лицевой области / Т.К. Супиев. — М.: Медпресс.-2001. — С.160.
37. Файзуллина Г.А. Особенности микрофлоры раневого отделяемого при фурункулезе челюстно-лицевой области / Г.А. Файзуллина, А.Р. Мавзютов // Инфекционные болезни. — 2010. — № 1. — С. 335–336.
38. Файзуллина, Г.А. Этиопатогенетические особенности фурункула челюстно-лицевой области/ Г.А. Файзуллина, Ф.З. Мирсаева // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2018. — № 1–1(13). — С. 38–41.
39. Флерьянович М.С. Морфология гнойной раны у экспериментальных животных с моделью фурункула в поднижнечелюстной области / М.С. Флерьянович, И.О. Походенько-Чудакова, Е.Л. Колб // Вестник ВГМУ.-2015. — № 4(14). — С. 106–111.
40. Фомичев Е.В. Клинико-лабораторная диагностика эндогенной интоксикации у больных вялотекущими и хроническими гнойно-воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области // Вестник ВолГМУ. — 2010. — № 1 (33). — С. 99–102.
41. Химич И.В. Фурункулы, карбункулы, рожистое воспаление лица: учебно-методическое пособие/ И.В. Химич, В.В. Подольский, Т.С. Есикова, В.С. Хлыбов — Волгоград: Издательство ВолГМУ, 2011. — 68 с.
42. Щербакова О.А. Комплексная терапия больных хроническим рецидивирующим фурункулезом с нарушением аффинности иммуноглобулинов: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.36 / О.А. Щербакова. — М., 2004. — 26 с.
43. Bernard P. Management of common bacterial infections of the skin / P. Bernard // Ann. Dermatol. Venerol. — 2008. -V ol. 135, No I. — P. 13–19.
44. Demirzay Z. Phagocytosis and oxidative burst by neutrophils in patient with recurrent furunculosis/ Demirzay Z., Noyoya A.M., Fereia de Carvalho F., Bruno S. // Brit. J. Dermatol. — 1998. — Vol.138, № 6. — P. 1036–1038.
45. Ibler K.S. Recurrent furunculosis-challenges and management: a review/ Ibler K.S., Kromann C.B.// Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology. — 2014.- № 7. — 59–64.
46. Laube S., Farrell A.M. Bacterial skin infections in the elderly: diagnosis and treatment// Drugs Aging. — 2002. — Vol.19, № 5. — P. 331–342.
47. Lowbury E. Topical Antibacterials: Perspectives and Issues. In: Skin Microbiology, Relevance to Clinical Infection. Eds. H. Maibach. R. Aly. New York: Springer-Verlag, 1981. — P. 158–168.
48. Lowy F., Hammer S. Staphylococcus epidermidis infection // Ann. Intern. Med. — 1983. — V.99, № 6. — P. 834–839.
49. Rosenbury T. Microorganism indigenous to man. — N.Y.: McGraw Hill, 1966. — 203 p.
50. Trent J.T. Common bacterial skin infections / J.T. Trent, D. Federman, R.S. Kirsner // Ostomy Wound Manage. — 2001. — Vol. 47, № 8. — P. 30–34.
51. Winthrop K.L., An outbreak of mycobacterial furunculosis associated with footbaths at a nail salon / Winthrop K.L., Abrams M., Yakrus M. et al. // New Engl. J. Med. — 2002. — Vol. 346. № 18. — P 1366–1371.

© Петрова Татьяна Вячеславовна (tanya-petrova-1995@yandex.ru),

Бородулина Ирина Ивановна (borodulina59@mail.ru), Терза Николай Васильевич (tegza75@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИСХОДЫ ОСТРОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ В 2020 ГОДУ И ДО НЕЕ В 2019 ГОДУ

OUTCOMES OF ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION IN THE PANDEMIC PERIOD IN 2020 AND BEFORE IT IN 2019

**K. Prokhorov
V. Koriagin**

Summary. Relevance. There is limited information available on the outcome of SARS-CoV-2 (COVID-19) patients with acute myocardial infarction (AMI).

Materials and methods. In a single-center retrospective study, we evaluated the outcomes of patients admitted with ST-segment elevation myocardial infarction and non-ST-segment elevation myocardial infarction during the COVID-19 pandemic (01.10. the same period a year earlier).

Results. In 2020, 147 patients and 225 in 2019 with AMI turned to the regional vascular center. During a pandemic, the GRACE scores were 144.9 ± 39.4 compared to the pre-pandemic period in 2019 $\sim 130.6 \pm 34.4$ ($p=0.027$). Hospital mortality from MI during the pandemic in 2020 and before it in 2019 was 9.5% and 4%, respectively ($p=0.031$).

Conclusion. We analyzed the largest series of COVID-19 infections to date in patients with MI. They found a high mortality rate and a negative prognosis in the analysis of survival compared to the period before the pandemic of the new coronavirus infection.

Keywords: myocardial infarction, COVID19, mortality, survival.

Прохоров Кирилл Владимирович

Соискатель, Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера;
главный врач ГБУЗ ПК ККД
kirpro059@gmail.com

Корягин Владимир Сергеевич

Пермский государственный медицинский
университет им. академика Е.А. Вагнера
vladimirkoryagin12@gmail.com

Аннотация. Актуальность. Имеется ограниченная информация об исходах пациентов с заболеванием SARS-CoV-2 (COVID-19) с острым инфарктом миокарда (ОИМ).

Материалы и методы. В одноцентровом ретроспективном исследовании мы оценили исходы пациентов, поступивших с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST и инфарктом миокарда без подъема сегмента ST во время пандемии COVID-19 (01.10.2020–30.11.2020 г.) по сравнению с пациентами с ОИМ, поступившими в тот же период годом ранее.

Результаты. В 2020 году обратилось 147 пациентов и 225 в 2019 с ОИМ в региональный сосудистый центр. Во время пандемии баллы по шкале GRACE $144,9 \pm 39,4$ по сравнению с периодом до пандемии в 2019 году $130,6 \pm 34,4$ ($p=0,027$). Госпитальная летальность от ИМ в период пандемии в 2020 году и до нее в 2019 году составила 9,5% и 4%, соответственно ($p=0,031$).

Заключение. Мы провели анализ крупной на сегодняшний день серии случаев инфицирования COVID-19 пациентов с ИМ. Обнаружили высокую летальность и отрицательный прогноз по анализу выживаемости по сравнению с периодом до пандемии новой коронавирусной инфекции.

Ключевые слова: инфаркт миокарда, COVID19, летальность, выживаемость.

Актуальность

Несмотря на широкое использование методов реперфузии и улучшение дополнительных медицинских методов лечения, пациенты с острым инфарктом миокарда (ОИМ) по-прежнему представляют значительный риск сердечно-сосудистых событий и смертности [1,2]. По этой причине были установлены несколько факторов риска для прогнозирования неблагоприятного развития в краткосрочной и долгосрочной перспективе [3].

Материал и методы

Ретроспективный одноцентровый обзор медицинских карт пациентов, последовательно госпитализированных в период с 01 октября 2020 г. по 30 ноября 2020 г. с COVID-19 и ИМ, был проведен в региональном сосудистом центре (РЦ) Пермского края. В 2020 году обратилось 147 пациентов и 225 в 2019 с ОИМ. Статистический анализ проводился с использованием версии 25 пакета программного обеспечения IBM SPSS Statistics (IBM Corp., США).

Таблица 1. Тяжесть острого инфаркта миокарда в период пандемии в 2020 году и до нее в 2019 году

Тяжесть ИМ	1 группа Пандемия 2020 (n=147)		2 группа До пандемии 2019 (n=225)		p
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Баллы по шкале GRACE	144,9±39,4	126,05–135,14	130,6±34,4	126,05–135,14	0,027*

* — различия показателей статистически значимы (p<0,05)

Таблица 2. Госпитальная летальность от ИМ в период пандемии в 2020 году и до нее в 2019 году

Летальность ИМ	Распространенность по годам				p	ОШ; 95% ДИ
	1 группа Пандемия 2020 (n=147)		2 группа До пандемии 2019 (n=225)			
	Абс., чел	%	Абс., чел	%		
Всего	14	9,5	9	4,0	0,031*	2,526; 1,064–5,999

* — различия показателей статистически значимы (p<0,05)

Таблица 3. Показатели смертности пациентов с ОИМ в период пандемии в 2020 году и до нее в 2019 году

Группа	Время с момента выписки, дней	Риск смерти пациента	
		Абс.	%
1 группа Пандемия 2020 (n=8)	0	1	88,0
	30	4	38,0
	60	1	25,0
	90	1	13,0
	120	1	0,0
	150	0	0,0
2 группа До пандемии 2019 (n=17)	0	3	82,0
	30	0	82,0
	60	0	82,0
	90	0	82,0
	120	1	76,0
	150	0	76,0
	180	2	65,0

Результаты

Крупный международный наблюдательный Глобальный регистр острых коронарных событий (GRACE) также продемонстрировал отличную способность оценивать риск смерти в стационаре [3]. Наиболее примечательным открытием нашего исследования является то, что пандемия НКВИ независимо связана с более высокой внутрибольничной смертностью у пациентов с ОИМ, также на показатель влияет и период изоляции на территории региона. В 2020 году пациенты были значительно тяжелее. Полученная разница статистически значимая (p=0,027), таблица 1.

Имелось и увеличение летальности в региональном сосудистом центре Клинический кардиологический диспансер (таблица 2) среди пациентов, госпитализированных по поводу острого коронарного синдрома, проведено прямое сравнение показателей летальности 01.10.2020–30.11.2020 и 01.10.2019–30.11.2019, но сохраняется сложность напрямую оценить смертность и инвалидность, которые, вероятно, произошли среди тех пациентов с острым коронарным синдромом, которые не были госпитализированы из-за НКВИ и, следовательно, не получали лечение, которое, как известно, должно было быть эффективным.

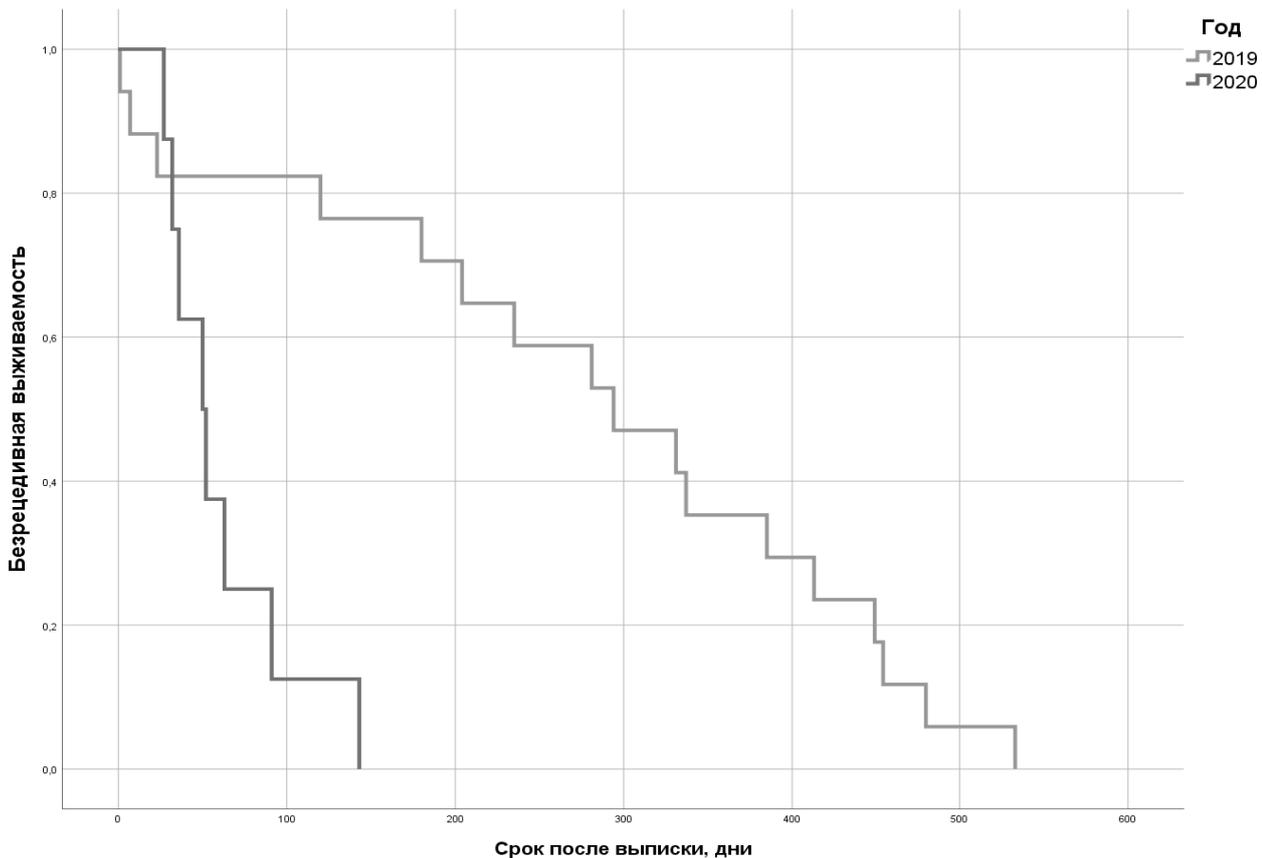


Рис. 1. Анализ безрецидивной выживаемости пациентов с острым инфарктом миокарда во время пандемии 2020 году и до нее в 2019 году

Летальность от ОИМ существенно увеличилась с 4% до пандемии до 9,5% ($p=0,031$) во время пандемии.

Тяжесть проявления ОИМ была более выраженной во время пандемии НКВИ [повышение уровней сердечных ферментов, увеличение потребности в инотропной поддержке на 25% ($p<0,01$)], в то время как демографические и ангиографические характеристики пациентов не различались между до пандемии и пандемии НКВИ.

Оценка зависимости вероятности смерти от дней после выписки была выполнена с помощью анализа выживаемости. Полученные данные представлены в таблице дожития (таблица 3). В выборку попали только пациенты, которые умерли в течение 6 месяцев с момента выписки.

Анализ безрецидивной выживаемости пациентов, был выполнен с помощью метода кривых Каплана-Мейера (таблица 3).

В соответствии с полученными данными, среднее количество дней после выписки до смерти у пациентов 1 группы составило $61,75 \pm 13,7$ дней (95% ДИ: 34,97–88,51 дней).

Медиана срока наблюдения во время пандемии (срок, в течение которого не менее чем у 50% исследуемых отмечалась смерть) составила 50 ± 11 дней (95% ДИ: 27,82–72,17 дней). Во второй группе среднее количество дней до смерти после выписки составило $278,05 \pm 41,1$ дней (95% ДИ: 197,51–358,61 дней), рисунок 1. Медиана во второй группе составила $294 \pm 65,0$ дней (95% ДИ: 164,85–423,1 дней), рисунок 1.

Обсуждение

На сегодняшний день данные о проявлениях, лечении и исходах ОИМ во время пандемии COVID-19 ограничены. Начало социального сдерживания — состояние изоляции — для уменьшения распространения инфекции COVID-19 было связано с почти 50% снижением количества госпитализаций с ОИМ и значительно более высокой ранней смертностью от ОИМ при самом низшем уровне госпитализаций. Учитывая количество пациентов с ОИМ, которые не обращаются в больницу (и задержки в обращении среди госпитализированных) [4], в ближайшем будущем вероятно увеличение смертности от ОИМ среди населения на дому и увеличение

количества госпитализаций по поводу сердечной недостаточности.

Во время второй волны пандемии в 2020 году имелось явление, связанное с отсроченным лечением ОИМ или его отсутствие что привело к увеличению смертности, связанных с ОИМ. Было выявлено, что пациенты, не страдающие COVID-19, не обращаются за госпитализацией из-за опасений по поводу риска внутрибольничной инфекции COVID-19, а также социальных ограничений, установленных правительствами и местными органами здравоохранения для борьбы с пандемией [1,4].

Наше исследование предполагает, что эффективные организационные изменения могут противостоять неблагоприятным последствиям пандемии с точки зрения сдерживания внутрибольничной летальности для пациентов с ОИМ, обеспечивая надлежащий уровень

клинической помощи госпитализированным пациентам, не страдающим заболеванием COVID-19. Более того, как было предложено в недавних исследованиях [5–7], органы общественного здравоохранения должны внедрять более эффективные коммуникационные стратегии во время эпидемии, чтобы обеспечить своевременное обращение к людям (предотвращение огромного увеличения времени до двери, зарегистрированного во время вспышки COVID-19) с острыми неинфекционными катастрофами, такие как ОИМ и инсульт.

По результатам нашего исследования выявлено, что половина погибших пациентов с ОИМ во время пандемии имели срок дожития всего 50 дней по сравнению с пациентами ОИМ в 2019 году. Эти данные требуют усиленного контроля на уровне поликлиники пациентов крайне высокого риска в течение первых двух месяцев после сосудистой катастрофы.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Piironen, O. Ukkola, H. Huikuri, et al. Trends in long-term prognosis after acute coronary syndrome. *Eur J Prev Cardiol.*, 24 (2017), pp. 274–280.
2. P. Tobbia, B.R. Brodie, B. Witzenbichler, et al. Adverse event rates following primary PCI for STEMI at US and non-US hospitals: three-year analysis from the HORIZONS-AMI trial. *EuroIntervention.*, 8 (2013), pp. 1134–1142.
3. K.A. Eagle, M.J. Lim, O.H. Dabbous, et al. A validated prediction model for all forms of acute coronary syndrome: estimating the risk of 6-month postdischarge death in an international registry. *JAMA.*, 291 (2004), pp. 2727–2733.
4. Задержка оказания медицинской помощи пациентам с острым инфарктом миокарда во время пандемии COVID-19 / К.В. Прохоров, Н.А. Корягина, Г.Н. Спасенков [и др.] // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2021. — № 8. — С. 202–205. — DOI 10.37882/2223–2966.2021.08.29.
5. Zorzi A, Vio R, Rivezzi F. et al. Characteristics and hospital course of patients admitted for acute cardiovascular diseases during the coronavirus disease-19 outbreak. *J Cardiovasc. Med.* 2021; 22:29–35. pmid:33186239.
6. Nacoti M, Ciocca A, Giupponi A, et al. At the epicenter of the Covid- 19 pandemic and humanitarian crises in Italy: changing perspectives on preparation and mitigation. *NEJM Catal.* 2020.
7. Dunlop C, Howe A, Allen LN. The coronavirus outbreak: the central role of primary care in emergency preparedness and response. *BJGP Open* 2020; 1;4(1): bigopen20X101041. pmid:31992543

© Прохоров Кирилл Владимирович (kirpro059@gmail.com), Корягин Владимир Сергеевич (vladimirkoryagin12@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ МЕСТНОГО ИММУНИТЕТА У БЕРЕМЕННЫХ ПРИ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19

FEATURES OF LOCAL IMMUNITY IN PREGNANT WOMEN WITH A NEW CORONAVIRUS INFECTION COVID-19

**I. Sakhautdinova
A. Khaibullina
I. Tayupova
I. Zasyadkin**

Summary. Coronavirus infection (COVID-19) is an acute viral disease caused by a new strain of RNA — genomic coronavirus SARS-CoV-2 with predominant upper respiratory tract damage. The infection, established by the UN in February 2020, remains relevant and spreading at lightning speed to this day. COVID-19 covered all continents in a matter of weeks and received the status of a particularly dangerous pandemic due to its contagiousness to humans. Coronavirus infection remains a polyethological disease with multisystem organ damage, which is based on hypoxia, vascular endothelial dysfunction, coagulopathy, hyperactivation of the immune response, as well as thrombosis. The particular interest of the COVID-19 pathogenesis in this work is focused on the local (local) immuno-inflammatory process, namely, the increase in pro- and anti-inflammatory mediators-cytokines in pregnant women infected with a new coronavirus infection. Due to the high risk of complications during pregnancy with COVID-19, the risk of maternal and perinatal mortality increases, making diagnosis and monitoring of pregnant women in the hospital a necessity. [6–8].

Keywords: interleukins, immunoglobulins, cytokines, coronavirus infection, pregnancy.

Сахаутдинова Индира Венеровна

Д.м.н., профессор, Башкирский государственный медицинский университет; Главный врач, ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» г. Уфа

Хайбуллина Альфия Рашитовна

*К.м.н., доцент, Башкирский государственный медицинский университет
alfiyahabullina@mail.ru*

Таяупова Ирина Маратовна

К.м.н., доцент, Башкирский государственный медицинский университет

Засядкин Игорь Сергеевич

Ассистент, Башкирский государственный медицинский университет

Аннотация. Коронавирусная инфекция (COVID-19) — острое вирусное заболевание, вызываемое новым штаммом РНК-геномного коронавируса SARS-CoV-2 с преимущественным поражением верхних дыхательных путей. Инфекция, установленная ООН в феврале 2020 года, и по сей день остаётся актуальной и молниеносно распространяющейся. COVID-19 за считанные недели охватил все материки и получил статус особо опасной пандемии из-за своей контагиозности для человека. Коронавирусная инфекция остаётся полиэтиологическим заболеванием с мультисистемным поражением органов, в основе которого гипоксия, васкулярная эндотелиальная дисфункция, коагулопатия, гиперактивация иммунного ответа, а также тромбозы. Особый интерес патогенеза COVID-19 в данной работе сфокусирован на локальном (местном) иммуновоспалительном процессе, а именно на повышении про- и противовоспалительных медиаторов-цитокинов у беременных женщин, инфицированных новой коронавирусной инфекцией. Из-за высокого риска осложнений при беременности с COVID-19 возрастает риск материнской и перинатальной смертности, делая диагностику и наблюдение за беременными в стационаре необходимостью [6–8].

Ключевые слова: интерлейкины, иммуноглобулины, цитокины, коронавирусная инфекция, беременность.

Беременные женщины с коронавирусной инфекцией составляют не малую долю пациентов, поступающих в ковидные госпитали с особой формой течения. Также данная группа пациентов требует тщательного стационарного наблюдения из-за риска осложнений беременности как со стороны ребенка, так и матери. Завершившиеся на сегодняшний день многочисленные исследования ученых Англии, Китая, США по форме течения клинической картины COVID-19 у беременных женщин, выявили закономерность особого течения и ряда отличий в симптомах коронавируса. Другим выявленным аспектом считается — высокая контагиозность (заражаемость) беременных, что подтвержда-

ется научными статьями, опубликованными на сайте ВОЗ. Основными факторами риска в первую очередь считается возраст женщины и ее состояние здоровья. Особой группой риска беременные женщины наделяются и требуют особого контроля, если имеют какие-либо хронические заболевания в ремиссии или же с осложнениями, к примеру, сахарный диабет, артериальная гипертензия, бронхиальная астма, хроническая почечная недостаточность и другие [2,15,17].

Коронавирусная инфекция у беременных протекает заметно в более тяжелой степени и лишь отрицательно может сказаться на их состоянии.

Иммunosupрессия и другие физиологические изменения во время беременности вызывают высокую восприимчивость к респираторным патогенам и повышают риск развития тяжелой пневмонии у беременных женщин, что может привести к госпитализации в отделения интенсивной терапии с последующей искусственной вентиляции легких (Alfaraj S.H., Al-Tawfiq J.A., 2019), что несёт риск развития бактериальных осложнений. Функционирование и состояние иммунной системы женщины во многом определяет направление развития патологических процессов в хроническом воспалении. На сегодняшний день первичными важными звеньями в патогенезе хронического иммунологического воспаления является либо локальное нарушение системы крови, либо малые аномалии на системном уровне — вопрос остаётся открытым, является достаточно сложным, неоднозначным и до сих пор бурно дискутируемым как с иммунологических позиций, так и позиций общей патологии функционирования гомеостатических систем организма у беременных [3,10,15].

В настоящее время особое внимание исследователей и целого ряда авторских групп сфокусировано на детальном выяснении роли цитокинов как «новая самостоятельная система саморегуляции» у беременных с COVID-19. Основываясь на анализе современной отечественной и зарубежной литературы только подтверждается вышеуказанное высказывание, ведь периферическая кровь в норме находится в состоянии «контролируемого» воспаления, и регулирует этот сложный баланс система воспалительных и противовоспалительных цитокинов в специфическом соотношении. Цитокины представляют собой группу эндогенных пептидных медиаторов межклеточного взаимодействия, участвующую, главным образом, в формировании и регуляции защитно-приспособительных реакций организма на внедрение чужеродных для нашей иммунной системы патогенов различного генеза и нарушение целостности тканей, а также на регуляцию ряда нормальных физиологических функций [1]. Цитокины становятся пуском для комплекса интегративно-адаптивных реакций, вовлекают все разновидности клеток-эффекторов в элиминацию патогена из живого организма для полного его выздоровления. Если воспалительный процесс начинается с химических или же иных поводом, то реакция сопровождается бурным высвобождением провоспалительных цитокинов. Выявленная закономерность адаптивно-компенсаторного увеличения продукции цитокинов в ответ на патоген с целью купирования воспалительных процессов в организме определяет фазность данного процесса [2,23,27,29]. При генерализации инфекционного агента и сопутствующей воспалительной реакции в системе гемостаза, уровень провоспалительных цитокинов как маркер данного процесса — в большинстве случаев взаимосвязано возрастает [3,28]. Кроме

того, особый интерес представляет данный аспект — при вирусной инфекции в крови активную роль играют биологические среды такие как индикатор интегральной оценки состояния, довольно мало изученные в свете цитокинового гомеостаза, требующие детального освящения вопроса [4,5].

Система цитокинов, представляющая для нас особый интерес как важнейший первоначальный комплекс защитных факторов первой линии при внедрении патогенов различной этиологии, играющая роль формирования и регуляции общих защитных механизмов, в том числе токсических в отношении целостности тканей, позволяет с разных сторон охарактеризовать патогенетические механизмы, приводящие к началу и развитию каскада воспалительной реакции, и даёт возможность рассмотрения и определения лечения, направленного на данный механизм.

Клиническими и экспериментальными исследованиями доказано, что ведущей ролью в развитии иммунного ответа является активация системы цитокинов типа Th₂, а продуцируемые Th₂ интерлейкины как IL-4, IL-5, IL-9, IL-13, в свою очередь, усиливают образование иммуноглобулина E (IgE) [1]. Это первоначальное функциональное звено иммунитета ведёт к общему иммунному воспалению, деструкции тканей с одновременным вовлечением эффекторных клеток иммунной системы, развитием непредсказуемой реакции организма. Вместе с тем, несмотря на обилие данных, касающихся вопросов воспаления тканей, в научном мире до сих пор нет единого мнения о направленности, взаимной детерминированности и глубине иммунных нарушений в период беременности. В то же время большинство исследователей характеризуют состояние иммунной системы у беременных как вторичный иммунодефицит. По определению В.С. Ширинского «вторичный иммунодефицит представляет собой клинико-иммунологический синдром, основу которого составляют количественные и функциональные нарушения различных популяций и субпопуляций клеток моноцитарно-макрофагальной системы, неспецифических факторов защиты, ассоциированных с развитием аутоиммунных, аллергических, инфекционных и опухолевых заболеваний» [2,8,9]. Из данного определения следует вывод о том, что состояние местных барьеров однозначно определяется уровнем пролиферации и дифференцировки иммунокомпетентных клеток в центральных органах иммуногенеза [3,10,11]. Не подлежит сомнению и тот факт, что индивидуальные особенности функционирования иммунной системы слизистых, во многом определяет направление развития патологических процессов в хроническом иммунологическом воспалении. При этом, чему отдана «пальма первенства» в патогенезе хронического иммунного воспаления — локальное нарушение на уровне

Таблица 1. Содержание цитокинов в периферической крови у беременных с коронавирусной инфекцией (медиана, интерквартильный размах)

Показатель (пг/мл)	Контрольная группа (беременные без коронавирусной инфекции) n=23	Беременные с коронавирусной инфекцией n=38
IL-1 β	30,5 [8,8–36,7]	17,4*** [5,5–26,1]
IL-6	60,8 [24,3–75,5]	28,6*** [21,1–40,5]
IL-8	16,0 [12,0–21,0]	11,1*** [7,0–13,1]
IL-4	8,5 [3,4–12,1]	42,2*** [35,3–57,9]
IL-10	5,3 [2,1–9,2]	1,3*** [0,9–2,1]
TGF-1 β	93,3 [36,2–129,2]	29,3*** [21,2; 52,1]
TNF α	24,4 [17,3–33,1]	102,2*** [27,3–156,3]

Примечание. Данные представлены в виде медиана (25-й, 75-й процентиль), статистическая значимость различий оценена критерием Манна-Уитни.

p*** — вероятность различий между данными беременных без и с COVID-19 (p \leq 0,001);

иммунной системы слизистых или же малые аномалии на системном уровне — неизвестно. Однако этот вопрос станет возможно основой для дальнейших исследований [4,5,6].

Цель исследования

Целью исследования послужило изучение изменений иммунологического статуса и механизмов цитокиновой регуляции у беременных с коронавирусной инфекцией, анализ сдвигов иммуноглобулинов и цитокинов в крови для выяснения сопряженности и направленности их нарушений, а также выявление возможных закономерностей в фазовом выделении цитокинов при инфекционном процессе в организме.

Материал исследований

Материалом исследований явилась периферическая кровь беременных, где изучалась концентрация иммуноглобулинов (Ig) как sIgA, IgA, IgM, IgG, IgE и цитокинов серологическим методом в условиях лаборатории.

Результаты исследования

Результатами исследования иммунологического статуса выявлено, что у всех беременных при коронавирусной инфекции отмечается повышенный местный гуморальный иммунодефицит. Иммунная система активно продуцирует медиаторы, способные стать защитой для организма.

По результатам исследования уровня цитокинов беременных женщин, инфицированных COVID-19, установлена закономерность дисбаланса цитокинов. Вследствие чего вывели критерии, которые могут стать основой прогностической шкалы оценки состояния беременной во время болезни. Выявление цитокинов показало срыва адаптационных процессов и нарастание инфекции в организме матери.

Для изучения цитокинов использовалось специальное современное оборудование, включающее в себя установку «Bio-Plex» («Bio-Rad Laboratories») с набором реагентов для анализа цитокинов (Bio-Plex Pro™ Rat Cytokine Th₁/Th₂ Assay). Систему интерлейкинов IL-6 и IL-10 оценивали с использованием твердофазного иммуноферментного методов коммерческих диагностических наборов фирмы ЗАО «Вектор-Бест» (Новосибирск, Россия); IL-1 β , TNF α (фактор некроза опухоли α) — иммуноферментным методом с использованием реагентов «ProCon» («Протеиновый контур», Санкт-Петербург, Россия) на иммуноферментном анализаторе «Stat-Fax 2100», TGF-1 β (трансформирующий фактор роста β 1) «Quintikin» (США); IL-4 и IL-8 — с помощью реагентов ООО «Цитокин» (Санкт-Петербург, Россия) по прилагаемым инструкциям, результаты выражали в мг/мл.

Программа STATISTICA v.6.0 (StatSoft Inc., США) стала основой для обработки полученных результатов. Средней ошибкой ($M \pm m$) представлены описательные статистики количественных, нормально распределенных данных. В зависимости от характера распределения пе-

Таблица 2. Содержание иммуноглобулинов в периферической крови у беременных с коронавирусной инфекцией (медиана, интерквартильный размах)

Показатель	Контрольная группа (беременные без коронавирусной инфекции)	Беременные с коронавирусной инфекцией
	n=23	n=38
slgA, г/л	142,4 [74,2–188,3]	202,1** [177,7–211,1]
IgA, мг/л	60,8 [45,1–90,6]	44,5** [34,5–54,8]
IgM, мг/л	3,3 [2,2–4,1]	1,5*** [0,8–2,8]
IgG, мг/л	11,0 [8,9–21,4]	7,5*** [4,8–9,2]
IgE, мг/л	1,7 [0,9–3,4]	1,1*** [0,4–1,2]

Примечание. Данные представлены в виде медиана (25-й, 75-й процентиль), статистическая значимость различий оценена критерием Манна-Уитни. p** - вероятность различий показателей беременных без и с COVID-19 ($p \leq 0,01$).

ременных была использованы медиана (Me) и квартили [Q25; Q75]. Непараметрический U-критерий Манна-Уитни определял достоверность различий независимых выборок. Для качественных признаков использовались абсолютные значения и процентные доли. Сравнение групп с помощью критерия χ^2 . По r-критерию корреляционной зависимости Спирмена устанавливали силу и направленность связи признаков. F-критерий однофакторного дисперсионного анализа определял влияние независимых факторов на зависимую переменную. Критический уровень значимости p при проверке взяли за 0,05.

Уровень провоспалительных (IL-1 β , IL-6, IL-8, TNF α) медиаторо-полипептидов вырос, тогда как противовоспалительные (IL-4, IL-10, TGF-1 β) интерлейкины в периферической крови у беременных женщин при COVID-19 в исследовании заметно снизились (таблица 1).

Максимальные сдвиги в нарастании цитокинов, статистически значимые для нашего исследования, обнаружены у беременных женщин с коронавирусной инфекцией. Так нарастание провоспалительных интерлейкинов обусловлено тяжестью заболевания.

Именно последние выполняют защитную роль, призывая в очаг инфекции нейтрофильные макрофаги, или же эффекторные клетки; также стимулируют их фагоцитарную и бактерицидную активность, и запускают антиген-специфический иммунный ответ, приводя к удалению агента. Но прогресс увеличения IL-1 β и IL-8, так же хемокинов на фоне снижения уровня IL-4 и IL-10 ведет к генерализации воспаления у пациенток. Установленная корреляционная связь концентрации IL-1 β , IL-6, IL-8 и TNF α от сроков беременности представлена для IL-1 β как обратная средняя зависимость ($r = -0,22; p = 0,08$); для

IL-6 как прямая средняя зависимость ($r = 0,43; p \leq 0,001$); для IL-8 как прямая средняя зависимость ($r = 0,45; p \leq 0,001$) и для TNF α как сильная прямая корреляционная связь ($r = 0,85; p \leq 0,001$).

Содержание IL-10, ингибитора IL-1 β и IL-8, снижается. Именно так помимо воспаления включается репарация. Из-за активации воспаления в системе крови к очагу поражения направляются нейтрофилы и эозинофилы, мононуклеарные фагоциты, активируются и синтезируют интерлейкины. Из-за дисфункции клеточно-опосредованных иммунных реакций растет концентрация IL-1 β , IL-6 и IL-8. Лимфоциты активируют Th $_1$ -иммунный ответ, но IL-10 слишком мало продуцируется, что ведет к обострению воспалительного процесса у беременных с коронавирусной инфекцией.

На основании выше изложенного, устанавливается статистическая закономерность дисбаланса соотношения про и противовоспалительных цитокинов у беременных пациенток ковидных госпиталей. Полученные информативные критерии станут основой для прогноза состояния пациентов в течении COVID-19. Это поможет определять необходимость купирования воспалительного ответа для предотвращения цитокинового шторма.

Результаты исследования концентрации иммуноглобулинов slgA, IgA, IgM, IgG, IgE у беременных с коронавирусной инфекцией (таблица 2), показывают о их неоднозначном изменении. Как видно, содержание slgA у беременных с коронавирусной инфекцией превышает исходное значение в 1,5 раза.

Данное изменение секреторного иммуноглобулина слизистых оболочек объясняется его эффекторной

функцией, а именно агрегацией микробов и сорбцией их на поверхности эпителиальных клеток с угнетением роста микробов. Поэтому преобладание IgA и IgG у беременных с COVID-19 по сравнению с другими иммуноглобулинами (IgM, IgE) объясняется активным участием в первой фазе острого воспаления новой коронавирусной инфекции. Изучая дальше показатели крови можем наблюдать снижение показателей местного иммунитета, что клинически значимо у пациенток. Данный результат говорит о наличии иммунодефицита у беременных с COVID-19.

Таким образом, у беременных с коронавирусной инфекцией в целом отмечается повышенный местный гуморальный иммунодефицит.

Основываясь на корреляционном анализе беременных, выявлены умеренные связи внутри блока секреторных иммуноглобулинов периферической крови. В системе местного иммунитета выявлены умеренные корреляционные зависимости между: между sIgA и IgA ($r=0,62$; $p\leq 0,01$); sIgA и IgM ($r=0,28$; $p\leq 0,05$); sIgA и IgG ($r=0,23$; $p\leq 0,05$); sIgA и IgE ($r=0,26$; $p\leq 0,05$); IgA и IgM ($r=0,54$; $p\leq 0,01$); IgA и IgG ($r=0,48$; $p\leq 0,05$); между IgA и IgE ($r=0,51$; $p\leq 0,01$); IgM и IgG ($r=0,45$; $p\leq 0,05$); IgM и IgE ($r=0,49$; $p\leq 0,05$); IgE и IgG ($r=0,46$; $p\leq 0,05$). Значение коэффициентов парной корреляции варьировали от 0,28 до 0,62, что характерно для умеренной силы корреляции.

Оценивая структуру корреляционной сети беременных с коронавирусной инфекцией, нами было определена сложность строения в сравнении с группой па-

циенток беременных без коронавирусной инфекции. Корреляционное взаимодействие в этой группе беременных характеризуется усилением корреляции между блоками местного иммунитета.

Внутри блока параметров местного иммунитета связи умеренной силы отмечаются у sIgA с IgA периферической крови ($r=0,62$; $p\leq 0,01$); у sIgA с IgG ($r=0,39$; $p\leq 0,05$); у sIgA с IgM ($r=0,42$; $p\leq 0,05$); у sIgA с IgE ($r=0,32$; $p\leq 0,05$).

Число корреляционных зависимостей между показателями местного иммунитета было максимальным. Внутри блока параметров местного иммунитета связи умеренной силы отмечаются у sIgA с IgA ($r=0,68$; $p\leq 0,01$); у sIgA с IgG ($r=0,53$; $p\leq 0,01$); у sIgA с IgM ($r=0,42$; $p\leq 0,01$); у sIgA с IgE ($r=0,50$; $p\leq 0,01$); у IgA и IgE ($r=0,56$; $p\leq 0,01$); у IgM с IgG ($r=0,48$; $p\leq 0,01$); у IgM с IgE ($r=0,51$; $p\leq 0,01$) и у IgE с IgG ($r=0,44$; $p\leq 0,01$).

Таким образом, на основании полученных данных приходим к выводу о том, что математико-статистический анализ лабораторных данных показателей местного иммунитета подтвердил их значимую роль в поддержании гомеостаза у беременных с коронавирусной инфекцией преимущественно в начальную фазу острого воспаления. Из-за чего делаем вывод о повышенной активности иммунной системы беременных в этот период. Результаты корреляционного анализа послужили тому доказательством, так как выявлено усиление внутрисистемных взаимодействий защитных факторов на фоне фазового течения воспалительной инфекции в организме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ketlinskij S.A. Citokiny / S.A. Ketlinskij, A.S. Simbircev — SPb, 2008.
2. Biohimicheskie i patofiziologicheskie markjory himicheskogo vozdejstvija na organizm, ih informativnost' i diagnosticheskoe znachenie / R.I. Sabitova, E.D. Kravec, V.M. Samsonov, D.F. Shakirov i [dr.] // Klin. lab. diag. — 2016. -T.61.-№ 1. — S.21–24.
3. Ocenka sostojanija nespecificheskoy zashhity organizma rabochih pri vozdejstvii toksicheskikh faktorov proizvodstva himii i neftehimii /R.I. Sabitova, E.D. Kravec, Je.F. Galiullina, D.F. Shakirov, F.H. Kamilov, R.T., Buljakov, V.M. Samsonov, D.A. Enikeev // Kazan, med. zhurnal. — 2016. — № 5. — T.97. — S.784–792.
4. Leus, P.A. Smeshannaja sljuna (sostav, svojstva, funkcii) / P.A. Leus, O.S. Trockaja, S.S. Lobko, L.I. Palij. — Minsk, 2004.
5. Shirinskij V.S., Starostina I.M., Sennikova Ju.A., Malysheva O.A. Problemy diagnostiki i klassifikacija vtorichnyh imunodeficitov. Allergologija i immunologija. — 2002. — T. 10. — № 1. — S. 62–71.
6. Sabitova R.I., Kravec E.D., Galiullina Je.F., Shakirov D.F., Kamilov F.H., Buljakov R.T., Samsonov V.M., Enikeev D.A. Ocenka sostojanija nespecificheskoy zashhity organizma rabochih pri vozdejstvii toksicheskikh faktorov proizvodstva himii i neftehimii. Kazan, med. zhurnal. — 2016. — № 5. — T.97.-S.784–792.
7. Breslin N., Baptiste C., Gyamfi-Bannerman C., Miller R., Martinez R., Bernstein K. COVID-19 infection among asymptomatic and symptomatic pregnant women: Two weeks of confirmed presentations to an affiliated pair of New York City hospitals [published online ahead of print, 2020 Apr 9] Am J ObstetGynecol MFM.2020:100118. doi: 10.1016/j.ajogmf.2020.100118.

© Сахутдинова Индира Венеровна, Хайбуллина Альфия Рашитовна (alfiyahabullina@mail.ru),

Таюпова Ирина Маратовна, Засядкин Игорь Сергеевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЕМ ГОМОЦИСТЕИНА, МАГНИЯ И ОКСИПРОЛИНА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ НА ФОНЕ СИНДРОМА НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

**CORRELATION BETWEEN THE LEVELS
OF HOMOCYSTEINE, MAGNESIUM,
AND OXIPROLIN IN PATIENTS
WITH ACUTE CORONARY
SYNDROME ON THE BACKGROUND
OF THE SYNDROME
OF UNDIFFERENTIATED DISPLASION
OF THE CONNECTIVE TISSUE**

**O. Sultanova
E. Chernysheva
B. Kuzmichev
M. Kiseleva
V. Panova**

Summary. A special place in the structure of cardiovascular diseases is occupied by acute coronary syndrome, which in recent years tends to rejuvenate. In 40% of cases, acute coronary syndrome is combined with connective tissue dysplasia syndrome. The aim of this study was to assess the correlation between the levels of homocysteine, magnesium and hydroxyproline in patients with acute coronary syndrome associated with connective tissue dysplasia syndrome. Patients with acute coronary syndrome, with or without connective tissue dysplasia, have higher levels of homocysteine and hydroxyproline, as well as lower serum magnesium levels, compared with somatically healthy individuals. The most pronounced changes in the level of biomarkers are typical for patients with a combination of acute coronary syndrome and connective tissue dysplasia syndrome. Significant correlations were found between the levels of homocysteine, hydroxyproline and magnesium.

Keywords: acute coronary syndrome, syndrome of undifferentiated connective tissue dysplasia, homocysteine, magnesium, hydroxyproline.

Султанова Оксана Эседуллаевна

К.м.н., Врач кардиолог, медицинский центр
«Салютет»; ФГБОУ ВО «Астраханский Государственный
Медицинский Университет» Минздрава России
oksanka.sultanova@mail.ru

Чернышева Елена Николаевна

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский
Государственный Медицинский Университет»
Минздрава России
lena.chernysheva@inbox.ru

Кузьмичев Богдан Юрьевич

К.м.н., Ассистент, ФГБОУ ВО «Астраханский
Государственный Медицинский Университет»
Минздрава России
bog13@list.ru

Киселева Мария Алексеевна

К.м.н., Глав врач, Областной кардиологический
диспансер; ФГБОУ ВО «Астраханский Государственный
Медицинский Университет» Минздрава России
Kiseleva_m_a@mail.ru

Панова Вера Владимировна

ФГБОУ ВО «Астраханский Государственный
Медицинский Университет» Минздрава России
cheery995@gmail.com

Аннотация. Особое место в структуре сердечно-сосудистых заболеваний занимает острый коронарный синдром, который в последние годы имеет тенденцию к омоложению. В 40% случаев острый коронарный синдром сочетается с синдромом дисплазии соединительной ткани. Целью данного исследования явилась оценка корреляционной связи между уровнем гомоцистеина, магния и оксипролина у больных с острым коронарным синдромом на фоне синдрома дисплазии соединительной ткани. Пациенты с острым коронарным синдромом, как с наличием, так и с отсутствием дисплазии соединительной ткани, имеют более высокие уровни гомоцистеина и оксипролина, а также более низкий уровень магния в сыворотке крови по сравнению с соматически здоровыми лицами. Наиболее выраженные изменения уровня биомаркеров характерны для пациентов с сочетанием острого коронарного синдрома и дисплазией соединительной ткани. Между уровнями гомоцистеина, оксипролина и магния выявлены выраженные корреляционные связи.

Ключевые слова: острый коронарный синдром, синдром недифференцированной дисплазии соединительной ткани, гомоцистеин, магний, оксипролин.

Актуальность

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают главенствующую роль среди причин, приводящих к смертности и инвалидизации населения, как в нашей стране, так и за рубежом. В России ежегодно регистрируют около 15 млн. новых случаев сердечно-сосудистой патологии, только в 2017 году в России экономический ущерб от ССЗ составил 2,7 трл. рублей [11]. Крайне отрицательным является тот факт, что возрастает смертность и потеря трудоспособности от данной патологии именно у пациентов молодого возраста [14].

Несмотря на то, что методы диагностики и лечения ССЗ постоянно совершенствуются, летальность от данной патологии не снижается. В данном исследовании особое внимание уделяется острому коронарному синдрому (ОКС), который за последние 15 лет стал диагностироваться у пациентов более молодого возраста, приводя к высокому уровню их инвалидизации [11, 12]. По данным Всемирной организации здравоохранения, за 2019 год от ССЗ умерло 17,5 млн. человек, что составляет 30% всех случаев летальности в мире. Согласно результатам независимого российского регистра ОКС «РЕКОРД-3», несмотря на уменьшение общего коэффициента смертности от ССЗ более чем на 25%, госпитальная смертность вследствие ОКС остается на высоком уровне. Эксперты Европейского общества кардиологов Ibanez B. и соавт. в 2018 году опубликовали данные о том, что летальность у пациентов с ОКС и подъемом сегмента ST варьирует от 4–12% в течение первого года. По литературным данным ОКС чаще встречается у мужчин, но показатели смертности выше у женщин [2, 5, 9, 10]. По результатам ранее проведенных нами исследований оказалось, что в 40% случаев ОКС развивается на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани (СНДСТ) [13].

СНДСТ представляет собой генетически детерминированную группу аномалий соединительной ткани, не отвечающих критериям известных заболеваний соединительной ткани и являющихся основой различных заболеваний внутренних органов с прогрессивным течением. Клинически СНДСТ проявляется изменениями со стороны желудочно-кишечного тракта, костной ткани, органов зрения, мочевыделительной и дыхательной систем [6, 8].

Поражение ССЗ при СНДСТ сочетает в себе изменение клапанных структур сердца — пролапс митрального клапана (частота встречаемости у взрослого населения составляет 38%), наличие аномально расположенных хорд, аномалии строения сосудов, а также нарушения проводящей системы сердца [6]. Частота встречаемости аритмий варьирует от 50 до 90% [1], при этом наиболее

часто диагностируются синусовая тахикардия, наджелудочковые и желудочковые экстрасистолы, миграция водителя ритма по предсердиям, фибрилляция предсердий. По некоторым данным, у 29% пациентов с СНДСТ отмечаются различные аномалии и пороки развития коронарных сосудов [3]. Так же было доказано, что хроническая ишемическая болезнь сердца (ИБС) протекает более тяжело при наличии синдрома СНДСТ — чем выше степень дисплазии соединительной ткани, тем чаще у пациентов с ИБС встречается фибрилляция предсердий, желудочковая экстрасистолия, пароксизмальная желудочковая тахикардия на фоне более выраженного ремоделирования миокарда [7, 13].

Исходя из вышеизложенного, следует, что наличие дисплазии соединительной ткани является фоном для появления различных заболеваний, изменяя характер течения болезней, довольно часто приводя к хронизации процесса. Медико-социальная значимость СНДСТ обусловлена достаточно высокой частотой данной патологии, существенным снижением качества жизни пациентов, ранней инвалидизацией и высоким риском внезапной сердечной смерти лиц трудоспособного возраста.

В литературе представлены результаты исследования морфофункционального состояния тромбоцитов у пациентов с ОКС при наличии СНДСТ. Показано увеличение размеров тромбоцитов и повышение их активности, сопровождающееся усилением тромбоцитопоза и тенденцией к тромбообразованию [4]. Однако, изучая литературу, мы не встретили публикаций по результатам исследований, посвященных изучению корреляционных связей между уровнем гомоцистеина, магния и оксипролина у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ, что и обусловило актуальность данного исследования.

Цель исследования

Оценка корреляционной связи между уровнем гомоцистеина, магния и оксипролина у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ.

Материалы и методы

Клинический материал был получен в первичном сосудистом отделении городской клинической больницы № 3 имени С.М. Кирова и в региональном сосудистом центре Александрo-Мариинской областной клинической больницы города Астрахань за период 2018–2019 гг. На условиях добровольного информированного согласия в исследование нами был включен 241 пациент 35–65 лет, находящийся на стационарном лечении. Пациенты были экстренно госпитализированы в палату интенсивной терапии с ОКС в сроки от 60 минут

Таблица 1. Уровни изучаемых биомаркеров в исследуемых группах

Показатель	Группа контроля, n=50	Пациенты с ОКБ без СНДСТ, n=128	Пациенты с ОКБ и СНДСТ, n=113	Kruskal Wallis test
Нсу, мкмоль/л	10,1 [5,8; 14,1]	22,5 [13; 32,1] $p_1 < 0,001$	38,4 [17,3; 59,1] $p_1 < 0,001$; $p_2 < 0,001$	$\chi^2=162,77$; df=2; $p < 0,0001$
Mg, ммоль/л	0,87 [0,7; 1,0]	0,6 [0,52; 0,75] $p_1 < 0,001$	0,53 [0,38; 0,65] $p_1 < 0,001$; $p_2 < 0,001$	$\chi^2=83,53$; df=2; $p < 0,0001$
ОР, мкмоль/л	8,3 [1,6; 12,3]	18,3 [13,8; 25,0] $p_1 < 0,001$	48,9 [37,5; 59,4] $p_1 < 0,001$; $p_2 < 0,001$	$\chi^2=249,41$; df=2; $p < 0,0001$

Примечание: p_1 — уровень статистической значимости различий между пациентами с ОКБ и СНДСТ и группой контроля; p_2 — уровень статистической значимости различий между пациентами с ОКБ и СНДСТ и группой сравнения.

Таблица 2. Корреляционные связи между изучаемыми биомаркерами в исследуемых группах

Показатель/Группа	ОКБ без СНДСТ	ОКБ с СНДСТ
Нсу/ОР	$r=0,74$, $p < 0,001$	$r=0,93$, $p < 0,001$
Нсу/Mg	$r= -0,82$, $p < 0,001$	$r= -0,97$, $p < 0,001$
ОР/Mg	$r= -0,65$, $p < 0,001$	$r= -0,87$, $p < 0,001$

Примечание: r-коэффициент корреляции, p-уровень статистической значимости коэффициентов корреляции.

до 24 часов. В дальнейшем диагностика инфаркта миокарда и нестабильной стенокардии основывалась на национальных рекомендациях Российского кардиологического общества [9, 10].

Основную группу составили 113 пациентов с ОКБ на фоне СНДСТ: 62% мужчин и 38% женщин. Группа сравнения представлена 128 пациентами с ОКБ без СНДСТ: 67% мужчин и 33% женщин. В группу контроля вошли 50 человек без соматической патологии. Все пациенты были сопоставимы по половозрастным характеристикам.

Изучение уровня гомоцистеина (Нсу, мкмоль/л) — набор FHCY100 фирмы «Axis — Shield Diagnostics Ltd», Великобритания и оксипролина (ОР) — определение уровня антител человека к коллагенам II и III типа — набор фирмы «Иммунотэкс» СЕА808G, Россия) проводилось методом иммуноферментного анализа, согласно прилагаемым к ним инструкциям. Концентрацию магния в сыворотке крови определяли в соответствии со стандартной методикой с помощью набора для определения

магния «Симко» (Украина). Все исследования проводились на оборудовании, прошедшем метрологический контроль.

Клинически дисплазия соединительной ткани и степень ее выраженности были оценены в баллах индивидуально у каждого пациента с помощью анкеты Елыкомова В.А. и Копылова А.Н. (патент на изобретение № 2665387).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программы STATISTICA 12,0 (StatSoft, USA). Проверка гипотезы о виде распределения данных в группах исследования выявила распределение, отличное от нормального. Поэтому для статистической обработки данных применялись методы непараметрической статистики. Kruskal Wallis test применялся для проведения межгрупповых сравнений в 3 и более группах, а для межгрупповых сравнений в 2 группах использовали Mann-Whitney U test, производили расчет медианы (Me) и процентилей [5 и 95]. Критический уровень статистической значимости составил $p \leq 0,05$.

Корреляционный анализ проведен с использованием коэффициента корреляции Спирмена (r).

Результаты исследования и обсуждение

Как видно из таблицы 1, уровни изучаемых биомаркеров у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ и у пациентов с ОКС без СНДСТ достоверно отличались от таковых в группе контроля.

Уровни Hcy и ОР оказались существенно выше ($p < 0,001$) в группах пациентов с ОКС без СНДСТ и с ОКС на фоне СНДСТ по сравнению с контрольной группой, а уровень Mg был статистически значимо ниже ($p < 0,001$).

При этом в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ уровни Hcy и ОР были статистически значимо выше ($p < 0,001$), чем в группе пациентов с ОКС без СНДСТ, а уровень Mg был статистически значимо ниже ($p < 0,001$).

Далее приведены результаты корреляционного анализа между уровнем Hcy, ОР и Mg (таблица 2).

Корреляционный анализ выявил статистически значимые положительные корреляционные связи между уровнем Hcy и ОР.

В группе пациентов с ОКС без СНДСТ сила корреляционной связи была высокая. У пациентов ОКС с СНДСТ сила корреляционной связи была очень высокая.

Между уровнем Hcy и Mg корреляционные связи отрицательные. Выявленная сила корреляционных связей в группе пациентов с ОКС без СНДСТ была высокой, а у пациентов с ОКС с СНДСТ очень высокой.

Также было выявлено наличие статистически значимых отрицательных корреляционных связей между уровнем ОР и Mg. У пациентов с ОКС без СНДСТ сила корреляционной связи была средняя. В группе пациентов с ОКС и СНДСТ отмечалась корреляционная связь высокой силы.

Заключение

По результатам проведенного исследования как у пациентов с ОКС без СНДСТ, так и ОКС с СНДСТ были выявлены достоверные изменения уровней Hcy, Mg и ОР по сравнению с лицами без соматической патологии. При этом наиболее выраженные изменения были выявлены у коморбидных пациентов, имеющих ОКС и СНДСТ, что было достоверно выше по сравнению с пациентами с ОКС, но без СНДСТ. Кроме того, выявлены статистически значимые корреляционные связи между уровнями Hcy, Mg, ОР, что может косвенно свидетельствовать о том, что изменение уровня одного из них влияет на изменение уровня другого или о наличии общей причины для повышения уровней Hcy и ОР и уменьшения уровня Mg у пациентов как с ОКС без СНДСТ, так и в более выраженной степени у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ. При этом сила корреляционных связей была наиболее значимой в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абашева, Е.В. Особенности нарушений ритма сердца у молодых людей с малыми аномалиями его развития: автореф. дис. ... на соиск. ученой степ. канд. мед. наук: 14.00.05 — внутренние болезни, 14.00.06 — кардиология. Нижний Новгород, 2007. — 20 с.
2. Абдуллаев, А.А. Острый коронарный синдром: характеристика и лечение / А.А. Абдуллаев [и др.] // Профилактическая медицина. — 2011. — № 4(2). — С. 3.
3. Аксенов, С.И. Структурные изменения коронарных сосудов у пациентов с дисплазией соединительной ткани (кросс-секционное наблюдение) / С.И. Аксенов, Е.А. Лялюкова, Г.И. Нечаева, Ю.Т. Игнатъев // Лечащий врач. — 2016. — № 2. — С. 27–30.
4. Алякян, Б.Г. Роль тестирования функциональной активности тромбоцитов в профилактике сердечно-сосудистых осложнений у больных, получающих антиромбоцитарную терапию / Б.Г. Алякян [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2014. — Т. 10. — № 6. — С. 679–687.
5. Атеросклероз венечных артерий и ишемическая болезнь сердца. — 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. И.Е. Ганелиной. — Санкт-Петербург: Издательство СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2012. — 320 с.
6. Демидов, Р.О. Дисплазия соединительной ткани: современные подходы к клинике, диагностике и лечению // Р.О. Демидов // Практическая медицина. — 2015. — Т. 2. — С. 37–40.
7. Друк, И.В. Состояние коронарных артерий при дисплазиях соединительной ткани / И.В. Друк, Нечаева Г.И., Кузнецова В.В. // Казанский медицинский журнал. — 2007. — Т. 88. — № 5 (приложение). — С. 30–32.
8. Земцовский, Э.В. Недифференцированная дисплазия соединительной ткани: состояние и перспективы развития представлений о наследственных расстройствах соединительной ткани / Э.В. Земцовский // Дисплазия соединительной ткани. — 2008. — № 1. — С. 5–9.
9. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации «Острый коронарный синдром без подъема сегмента ST электрокардиограммы» / Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России. — 2020. — С. 12–25.
10. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации «Острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST электрокардиограммы» / Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России. — 2020. — С. 18–22.

11. Концевая, А.В. Экономический ущерб сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации в 2016 году / А.В. Концевая [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2018. — Т. 14. — № 2. — С. 156–166.
12. Розанов, В.Б. Прогностическое значение факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с атеросклерозом, у детей и подростков и отдаленные результаты профилактического вмешательства: автореф. дис. ... на соиск. ученой степ. канд. мед. наук: 14.00.06 — кардиология, 14.00.09 — педиатрия. М., 2007. — 42 с.
13. Султанова, О.Э. Клинические особенности течения острого коронарного синдрома на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани / О.Э. Султанова, Е.Н. Чернышева // Инновация. Наука. Образование. — 2020. — № 22. — С. 690–696.
14. Knowlman, T. The association of electrocardiographic abnormalities and major adverse cardiac events in emergency patients with chest pain / T. Knowlman [et al.]. // Acad. Emerg. Med. — 2017. — Vol.19. — P. 1–4.

© Султанова Оксана Эседуллаевна (oksanka.sultanova@mail.ru), Чернышева Елена Николаевна (lena.chernysheva@inbox.ru),

Кузьмичев Богдан Юрьевич (bog13@list.ru), Киселева Мария Алексеевна (Kiseleva_m_a@mail.ru),

Панова Вера Владимировна (cheery995@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Астрахань

ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДИСФУНКЦИИ ЭНДОТЕЛИЯ И МИОКАРДИАЛЬНОГО ФИБРОЗА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ, ПЕРЕНЕСШИХ ИНФАРКТ МИОКАРДА

PROGNOSTIC VALUE OF ENDOTHELIAL DYSFUNCTION AND MYOCARDIAL FIBROSIS IN PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE WHO HAVE SUFFERED A MYOCARDIAL INFARCTION

**Yu. Trusov
A. Zinkina**

Summary. Chronic heart failure is a serious and complex disease that can significantly complicate a person's life or even put it at risk, especially for patients who have already suffered a myocardial infarction. For the possibility of effective maintenance therapy, it is a significant and urgent issue to identify the prognostic significance of the underlying factors of this disease. The article considers the essence of endothelial dysfunction and its prognostic value, as well as myocardial fibrosis. A study of the prognostic value of endothelial dysfunction and myocardial fibrosis was conducted, correct methods for predicting these factors were determined, their significance was established in the process of determining the criteria for the course of chronic heart failure in patients who had suffered a myocardial infarction.

Keywords: endothelial dysfunction, myocardial fibrosis, chronic heart failure, myocardial infarction, prognostic value, fibrous tissue.

Трусов Юрий Александрович
Аспирант, Самарский Государственный
Медицинский Университет
Зинкина Анна Алексеевна
Аспирант, Самарский Государственный
Медицинский Университет
anna-zinkina@mail.ru

Аннотация. Хроническая сердечная недостаточность является серьезным и сложным заболеванием, способным существенно осложнять жизнь человека или даже ставить ее под угрозу, особенно это касается пациентов, которые уже перенесли инфаркт миокарда. Для возможности проведения эффективной поддерживающей терапии значимым и актуальным вопросом является выявление прогностического значения основополагающих факторов этого заболевания. В статье рассмотрена сущность дисфункции эндотелия и ее прогностическое значение, а также миокардиальный фиброз. Проведено исследование прогностического значения дисфункции эндотелия и миокардиального фиброза, определены корректные методы прогнозирования данных факторов, установлено их значение в процессе определения критериев течения хронической сердечной недостаточности у пациентов, перенесших инфаркт миокарда.

Ключевые слова: дисфункция эндотелия, миокардиальный фиброз, хроническая сердечная недостаточность, инфаркт миокарда, прогностическое значение, фиброзная ткань.

Введение

На сегодняшний день поиск эффективных направлений диагностирования и лечения граждан с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда является достаточно затруднительным. Это связано с тем, что данное заболевание относится к разряду неблагоприятных в плане прогностических исследований. Важнейшими факторами, устанавливающими прогноз дальнейшего течения заболевания остаются дисфункция эндотелия и миокардиальный фиброз [1].

Эндотелиальная дисфункция представляет собой патологию эндотелия, вызванную расстройством синтеза различных эндотелиальных критериев. Такое состоя-

ние эндотелия не способно поддерживать гемореологический баланс крови, нарушение которого приводит к недостаточности сердечной работы. Эндотелиальная дисфункция является базисную основу в патогенезе большого количества заболеваний, в том числе, и сердечной недостаточности.

Формирование фиброзной ткани представляет собой естественный процесс, протекающий во всех тканях организма в течение жизнедеятельности человека. Существование хронических заболеваний существенно усугубляет его течение. Этот процесс весьма популярен при хронической сердечной недостаточности. Пациенты, перенесшие инфаркт миокарда наиболее подвержены образованию миокардиального фиброза, что существенно затрудняет терапию такого заболевания.

Особую значимость и актуальность имеет прогностическое значение вышеописанных проявлений, сопутствующих течению хронической сердечной недостаточности у пациентов, перенесших инфаркт миокарда.

1. Прогностическое значение дисфункции эндотелия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда

Эндотелиальная дисфункция представляет собой первейший сигнал о начале поражения сосудов, она прогнозируется ранее, чем это можно установить при помощи ангиографического или ультразвукового исследования состояния сосудов.

Научные работы ученых акцентируют внимание на актуальности и серьезности прогностического значения эндотелия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью [3].

Специфика прогнозирования дисфункции эндотелия представляет собой целый ряд направлений, при помощи исследования которых становится возможным увидеть картину заболевания человека в более развернутом виде, и оказать терапевтическую поддержку людям, перенесшим инфаркт миокарда.

Эндотелиальная мембрана выкладывается по внутренней поверхности сердца и сосудов. Ее основная функция заключается в синтезе большого числа значимых для организма биологически активных веществ, исходя из этого, клетки эндотелия приравнивают к массивному паракринному органу, который в своей совокупности, распространяясь по всей поверхности тела, способен оказывать благоприятное или негативное влияние на все системы организма, именно поэтому прогностическое значение дисфункции эндотелия так велико у людей с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда.

Эндотелий вырабатывает вазодилататоры и антиагреганты (оксид азота (NO), брадикинин, простаглицлин, простаглицландин E2, вазоконстрикторы и проагреганты (эндотелин-1, ангиотензин II, серотонин, простаглицландин F2a, лейкотриены C4, D4, тромбоксан A2, гепарин, активаторы плазминогена, факторы роста. Его работа заключается в обеспечении сосудодвигательной функции, антитромбоцитарной, антикоагулянтной, тромболитической, противовоспалительной, антиоксидантной и антипролиферативной. Эндотелию отведена важнейшая роль в ремоделировании сосудов, своевременное прогнозирование которых у больных, перенесших инфаркт, является крайне значимым аспектом.

Эндотелий реализует барьерный процесс, обеспечивающий гомеостаз при помощи поддержания динамического равновесия нескольких разнонаправленных процессов в организме.

У людей, перенесших инфаркт миокарда, необходимо проводить прогнозирование процесса дилатации кровеносных сосудов, поэтому следует вести постоянное наблюдение за процессом выработки оксида азота, который оказывает стимулирующее влияние на рецепторы клеток эндотелия. В том числе, синтез оксида азота обеспечивает высвобождение вазоактивных медиаторов, ингибирует адгезию лейкоцитов, способствует ремоделированию сосудистой стенки, при этом происходит угнетение активности провоспалительных тел, блокировка тромбоцитов.

При острой сердечной недостаточности необходимо контролировать уровень брадикинина, который синтезируется в крови посредством воздействия ферментов калликреина, поскольку брадикинин отвечает за активацию образования оксида азота.

Главной движущей силой высвобождения оксида азота в эндотелии является давление тока крови, направленного на стенки сосудов. В случае если образуется турбулентное движение крови, то интенсивность образования оксида азота существенно снижается. Прогностическое значение данного фактора велико, поскольку гемодинамический критерий при хронической сердечной недостаточности крайне важен.

Эндотелий является источником выработки такого вазодилатирующего компонента, как простаглицлин, который представляет собой важный регулятор сосудистого тонуса у людей с хронической сердечной недостаточностью.

Недавние исследования ученых отображают экспериментальные и клинические разработки в части детального рассмотрения прогностического значения эндотелиальной дисфункции, а также связанного с этим процесса прогрессирования критериев хронической сердечной недостаточности.

Ряд ученых связывает факт дисфункции эндотелия с ограничением биодоступности оксида азота в крови, что крайне важно при прогнозировании эндотелиальной дисфункции. К основополагающей роли дисфункции эндотелия относят окислительный стресс, синтез вазоконстрикторов, в том числе цитокинов, которые отвечают за производство оксида азота. В случае, если негативные факторы действуют продолжительное время, то наступает истощение и модификация функциональной способности эндотелия, что провоцирует утонче-

ние стенок сосудов и возможность образования тромбов [2].

Когда эндотелий функционирует нормально, то базальный синтез оксида азота производится планомерно и постоянно. Данный фактор обеспечивает нормальный тонус сосудов.

Оксид азота имеет антиоксидантное свойство, в том числе, ингибирует агрегацию и адгезию тромбоцитов. Оксид азота представляет собой активный, ангиопротективный компонент.

На сегодняшний день доказанным фактором благополучной терапии хронической сердечной недостаточности считается регуляция дилатации и адгезии тромбоцитов. Следовательно, нормальный баланс эндотелиальной функции возможно рассматривать как баланс противоположно действующих факторов.

Вазодилатирующее свойство эндотелия реализует совокупность критериев релаксации оксида азота, простациклина и эндотелиального гиперполяризирующего фактора.

Сегодня ученым известно, что оксид азота обладает свойством управлять активностью иных медиаторов. В отношении гладкой мускулатуры сосудов оксид азота препятствует пролиферации клеток, а также регулирует процесс адгезии, поступающих к эндотелию лейкоцитов и тромбоцитов. Данное свойство обусловлено работой простациклина, который снижает образование тромбов и их адгезию. В том числе, данное вещество дезактивирует перемещение моноцитов, а также приводит в действие активатор плазминогена, имеет свойство вазорелаксирующей и антиоксидантной динамики, что позиционирует его как главный антиатеросклеротическим компонент.

Вещество ангиотензин II способствует образованию очагов липидной инфильтрации вызывает артериальных сосудов, что существенно снижает эффект оксида азота. Это происходит в силу того, что ангиотензин представляет собой сильнейший медиатор окислительного стресса, который провоцирует синтез цитокинов, что, в свою очередь, способствует началу воспалительного процесса на стенке сосуда. Когда начинается воспаление, ответным ударом является процесс синтеза ферментов поврежденными клетками эндотелия, в том числе, и выработка ангиотензинпревращающего фермента, принимающего непосредственное участие в производстве ангиотензина II, а также активирует разрушение брадикинина. Когда процесс работы брадикининовых рецепторов существенно снижен, то ослабляется интенсивность производства оксида азота. Ангиотензин II

представляет собой стимулятор роста гладкомышечной ткани, провоцирующий синтез плазминогена и металлопротеиназа. Таким образом, брадикинин и ангиотензин II сопряжены с ангиотензинпревращающим ферментом, роль которого в прогнозировании пациентов с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда велика, поскольку с его помощью образуется ангиотензин II, являющийся одним из основополагающих критериев сосудистого ремоделирования.

Изучая прогностическую значимость эндотелия, следует понимать многогранный сложный процесс взаимодействия антагонистических медиаторов, которые обладают способностью регулирования многих физиологических критериев, касающихся процесса терапии больных с хронической сердечной недостаточностью. Данное свойство эндотелия связано с его гетерогенностью, а также о регуляции ими различных физиологических эффектов.

Клетки эндотелия отличаются своей неоднородностью. За прогнозирование процессов при хронической сердечной недостаточности у людей, перенесших инфаркт миокарда, отвечают коронарные клетки, которые обладают уникальными биохимическими признаками, специфическими рецепторами и составу белка, и отличаются от легочных, мозговых и других эндотелиальных клеток, следовательно, патологические признаки эндотелия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью неодинаково в отношении заболеваний других органов. Нарушения в работе эндотелия имеет решающее значение в течении хронической сердечной недостаточности.

Патогенез хронической сердечной недостаточности напрямую связан с дисбалансом эндотелиальных факторов: увеличением степени влияния одних компонентов и снижения активности других веществ. Основополагающее прогностическое значение дисфункции эндотелия заключается в установлении наличия окислительного стресса, образования и цитокинов, которые в своей совокупности оказывают противодействующее влияние на нормальный синтез оксида азота.

На сегодняшний день не остаётся никаких сомнений в том, что дисфункция синтеза оксида азота является почвой для развития хронической сердечной недостаточности, которая образует глобальную проблему здравоохранения.

Посредством прогнозирования фармакологическим тестом с оценкой ситуации по вазомоторной функции сосудистого эндотелия и корреляционного анализа у больных с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда выявлено:

- ◆ усиление вазодилатации, снижении кровотока и интенсивности капиллярного кровотока у пациентов с хронической сердечной недостаточностью более выражено, чем у пациентов, не страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями. Степень этих состояний у пациентов с хронической сердечной недостаточностью в совокупности с небольшой интенсивностью выброса желудочка гораздо больше, что констатирует факт расстройства в работе вазомоторной функции сосудистого эндотелия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью;
- ◆ корреляционная связь результатов фармакологического теста и состоянием интенсивности потока выброса левого желудочка, в том числе и в зависимости от возраста больного с хронической сердечной недостаточностью;
- ◆ у всех пациентов с хронической сердечной недостаточностью, при проведении тестирования в процессе усиления развития хронической сердечной недостаточности первой до третьей степени усиливается показатель вазодилатации, снижается интенсивность кровотока и снижается мощность капиллярного кровотока. Ассоциация утяжеления стадии хронической сердечной недостаточности и нарушений вазомоторной функции сосудистого эндотелия была также подтверждена результатами корреляционного анализа.

Из вышесказанного следует, что прогностическое значение дисфункции эндотелия велико, поскольку эндотелиальные клетки представляют собой основополагающие звенья цепи сердечно-сосудистого континуума. В настоящее время учеными доказано непосредственное участие эндотелия в диагностировании и прогнозировании артериальной гипертензии, атерогенезе, ишемии миокарда, образовании коронарного тромбоза, а также хронической сердечной недостаточности.

2. Прогностическое значение миокардиального фиброза у людей с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда

На сегодняшний день фиброзом миокарда называется патологический процесс, сущность которого заключается в излишнем отложении коллагена в миокарде, когда интенсивность образования этого вещества превышает скорость его распада. Особое негативное значение фиброз миокарда имеет для пациентов, перенесших инфаркт.

Долгое время под сердечной недостаточностью подразумевалось снижение сократительной функции

миокарда, дилатация левого желудочка и снижение фракции выброса по данным ЭхоКГ. Однако в настоящее время в связи с увеличением продолжительности жизни и частоты развития артериальной гипертензии нарастает эпидемия сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса, которая характеризуется нарушением диастолической функции левого желудочка, нормальными размерами левого желудочка и может сочетаться с гипертрофией миокарда. Но наличие гипертрофии при этом не является обязательным [5].

В основе диастолической сердечной недостаточности лежит диастолическая дисфункция, обусловленная снижением растяжимости желудочков при заполнении их кровью в диастолу, что вызывает повышение сократимости предсердий, перегрузку их объемом и в конечном счете приводит к развитию венозного полнокровия в малом круге кровообращения

Главным следствием фиброза выявлено уменьшение степени растяжимости желудочков. Это происходит из-за роста количества волокон коллагена, а также в следствие модификации его свойств. Примером таких изменений может служить смена положения волокон коллагена из продольной оси в горизонтальную, что способствует усилению жесткости миокарда.

В том числе, в гипертрофированном миокарде снижается количество эластичного коллагена третьего типа и повышается количество жесткого коллагена первого типа. Многие специалисты причисляют фиброзу миокарда грань бессимптомной дисфункции к диастолической сердечной недостаточности, это же касается и пациентов с хронической сердечной недостаточностью. С целью достижения снижения жесткости миокарда следует активировать реверсию фиброза.

В начале процесса формирования сердечные фибробласты образуются посредством деятельности мезенхимальных клеток, сосредоточенных в области венозного полюса сердца, далее они перемещаются по всей по поверхности, так происходит формирование эпикарда. В процессе образования эпикардиальных клеток происходит синтез фибробласты и миофибробласты. В тоге своих перемещений эти клетки приобретают фенотип фибробласта. Следует помнить, что их возможно реактивировать в миофибробласты, как процесс реакции на повреждение. В ходе постнатального процесса фибробласты преобразуются из группы эндотелиальных клеток, в том числе, из области костного мозга в ходе жизнедеятельности кровяных клеток.

На сегодняшний день ученым не удалось выявить маркер фибробластов, попытки его установления не увенчались успехом, в руках исследователей имеют

ся лишь отличительные маркеры. К таковым относится клеточный поверхностный рецептор коллагена дискоидин, который можно обнаружить в фибробластах тканей сердца, и он не содержится в миоцитах, структурирующих гладкие клетки мышц сосудов, а также являются составляющей частью эндотелиальных клеток. Еще одним отличительным маркером был выявлен специфический белок-1, но несколько позже было установлено, что его можно встретить и в иных группах клеток, что сделало его неэффективным показателем прогнозирования эндотелиального фиброза у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда. Данные клетки удалось также выявить в ишемических кардиомиоцитах, а также многих группах раковых клеток.

Прогностические исследования состояния миокарда за последние несколько лет были существенно расширены. Посредством прогнозирования удалось проследить развитие фиброза и установить роль межклеточного (интерстициального) пространства, которое с течением исследовательской деятельности именовалось межклеточный матрикс. Несколько лет назад внеклеточное пространство исчисляли как объемную часть сердечной ткани, свободной от клеток (кардиомиоцитов). Данное пространство характеризовали как гистологическое образование, а гораздо позже, благодаря прогностическим исследованиям было установлено, что пространство способно изменяться и исчисляется как интегральный фактор динамического видоизменения, происходящего в зависимости от изменений внешних критериев в миокарде: механических, электрических и других.

Сердечные фибробласты, образованные без патологии, представляют собой плоские клетки, которые имеют веретенообразный вид и снабжены специфическими отростками. В свою очередь, эти отростки формируют целую сеть ячеек, расположенную в области внеклеточного матрикса. Данные цепочки способствуют тому, что фибропласты могут реагировать на различные внешние раздражители, в том числе, могут образовывать группы миоцитов, а также иных видов клеток в сердечной мышце. У фибробластов отсутствуют сократительные микрофиламенты, которые еще называют волокнами натяжения. Сконцентрированные движения фибробластов образуют секрецию различных сигнальных молекул, таких как цитокины и факторы роста.

Внеклеточный матрикс представляет собой макромолекулярную, метаболически подвижную сеть волокон, состоящих в основном из коллагеновых, а также клеток, представленных фибробластами, изменяющихся в миофибробласты, что играет важнейшую роль в нормальной работе сердечной мышцы.

Эти клетки окружают и инфильтруют внеклеточное пространство, при этом они связаны коллагеновыми волокнами, поэтому обладают свойством реагировать на механическое растяжение, либо давление, в том числе, аутокринные и паракринные реакции модификации пролиферации, перемещения и скорости образования коллагена. Данные процессы могут приводить к ремоделированию сердца, что оказывает особенно пагубное влияние у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда. В этом случае своевременные прогностические исследования способны оказать неоценимую услугу болящему и назначить адекватную терапию [4].

В эмбриональном периоде сердечные фибробласты главным образом происходят из мезенхимальных клеток-предшественниц, которые образуются вблизи венозного полюса сердца и затем, мигрируя по поверхности сердца, преобразуются в эпикард. В ходе развития из эпикардальных клеток могут поочередно развиваться фибробласты и миофибробласты. В конечном счете большинство этих клеток принимает фенотип фибробласта, тем не менее они могут быть реактивированы в миофибробласты в ответ на повреждение. В постнатальном периоде фибробласты происходят из популяции эндотелиальных клеток вследствие эпителиально-мезенхимальной трансформации, а также в костном мозге из кроветворных клеток-предшественниц.

Волокна коллагена образуют структурный каркас миокарда. Они переплетаются в сложную трехмерную сеть, которая обеспечивает поддержку кардиомиоцитов на протяжении всего сердечного цикла и способствует трансформации сокращений отдельных клеток в единый силовой вектор. Эта сеть окружает как кардиомиоциты, так и фибробласты. Такое расположение сохраняет непрерывность в различных слоях стенки миокарда. Наряду с этим, образованная сеть выступает в качестве интегрального датчика динамического изменения при различных механических, химических и электрических стимулах, воздействующих на миокард. В ответ на эти стимулы эта сложная сеть регулирует продукцию внеклеточного матрикса и гипертрофию кардиомиоцитов и в меньшей степени — пролиферацию кардиомиоцитов, кроме того, она вызывает активацию фиброзных и воспалительных процессов. Следует отметить, что в зависимости от окружающей микросреды формируются различные фенотипы сердечных фибробластов.

Важным событием в развитии фиброза сердца является превращение фибробластов в миофибробласты, которые характеризуются в два раза большей способностью синтезировать коллаген, они более чувствительны к про-воспалительным и профибротическим стимулам

и способны синтезировать большее количество разнообразных цитокинов и хемокинов.

Ядерные микрорибонуклеиновые кислоты (микро-РНК) играют важную регулируемую роль в ремоделировании сердца и оказывают вовлеченными в большую часть биологических процессов. Они относятся к эндогенным одноцепочечным коротким некодируемым рибонуклеиновым кислотам длиной 18–25 нуклеотидов, которые принимают участие в регуляции экспрессии генов. Микро-РНК ухудшает или ингибирует перевод рибонуклеиновых кислот на посттранскрипционный уровень, регулируя тем самым экспрессию генов [4].

В условиях течения хронической сердечной недостаточности окислительный стресс также модифицируется в хроническую форму, что провоцирует субклиническое воспаление, активируя процесс образования фиброза миокарда.

Данные процессы способствуют уменьшению теломер, нарушению структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты, клеточной гибели кардиомиоцитов, затруднению способности организма к восстановительным реакциям после полученных повреждений в результате инфаркта миокарда.

В настоящее время уже начато прогнозирование сывороточных маркеров производства и разрушения миокардиального коллагена. На сегодняшний день выполнено большое количество научных работ по исследованию количества биомаркеров коллагена в крови у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда. В части проведенных испытаний было установлено наличие изменений одного или двух маркеров, что говорит о том, что для получения более точных прогнозов необходимо комбинировать маркеры для отслеживания количества коллагена.

Более всего в рамках современного прогнозирования удалось изучить С-концевой пропептид проколлагена типа I, С-концевой телопептид коллагена типа I, матриксная металлопротеиназа I и тканевой ингибитор матриксных металлопротеиназ-1. Проведенные исследования позволяют изучить регуляцию этих веществ, установить их наличие и провести количественный анализ, однако, необходимо помнить, что данный способ изучения биомаркеров носит характер тестирования и не может выдать детальную картину прогноза содержания этих веществ. Поэтому поставить диагноз состояния сердца у больных с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда, крайне затруднительно, результат будет иметь предположительный характер. Однако при всей привлекательности

использования маркеров коллагена для оценки фиброза не стоит забывать, что это всего лишь лабораторный тест, и любое заключение о состоянии пациента не даст развернутой картины течения заболевания. Лабораторные тесты в значительной мере уступают наглядным приемам исследования в отношении точности прогнозирования фиброза миокарда.

Измерение внеклеточного объема в ходе проведения МРТ с контрастированием позволяет определить пространство, которое занимает внеклеточный матрикс, что является полезной суррогатной точкой. У определения внеклеточного объема имеется надежное гистологическое подтверждение, он коррелирует с объемной долей коллагена. Этот новый параметр является важным потому, что фиброз миокарда является повсеместным и связан с ремоделированием миокарда. При отсутствии амилоидоза и инфильтративных заболеваний, а также клинических условий, которые способствовали отеку миокарда, внеклеточный объем, определенный при МРТ, является биомаркером фиброза миокарда.

Определение внеклеточного объема отражает объемную долю сердечной ткани, которая не занята клетками. Для его определения используется контрастирование с гадолинием. Внеклеточный объем определяют путем совмещения пиксельных карт определения T1 до и после контрастирования с поправкой на уровень гематокрита.

По современным представлениям, фибробласт является основной клеткой, ответственной за поддержание гомеостаза внеклеточного матрикса в миокарде. Такие патологические процессы, как дилатация или гипертрофия камер сердца, способствуют трансформации фибробласта в миофибробласт, непосредственно участвующий в формировании миокардиального фиброза и в конечном итоге хронической сердечной недостаточности.

Выводы

У пациентов с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда, происходит существенное ослабление антитромбогенной и вазодилатирующей активности сосудистой стенки. Эндотелий обладает свойством гетерогенности, с работой которого связаны все критерии развития хронической сердечной недостаточности у пациентов, перенесших инфаркт миокарда. Вазодилатирующее свойство эндотелия заключается в регулировании производства оксида азота, простациклина и эндотелиального гиперполяризующего фактора.

Установление баланса работы факторов вазоконстрикторов, синтеза цитокинов, окислительного стресса

и образованием оксида азота у таких пациентов имеет решающее значение, поскольку данные процессы регулируют физиологические эффекты протекания хронической сердечной недостаточности.

Миокардиальный фиброз представляет собой опаснейший и сложный патологический процесс, который может сопровождать различные формы хронической сердечной недостаточности и видится как глобальная многогранная проблема здравоохранения, требующая детального ее изучения и прогнозирования течения заболеваний, связанных с хронической сердечной недостаточностью. Особое угрожающее значение этот вид патологии имеет для пациентов, перенесших инфаркт миокарда.

Образование фиброза миокарда может прогрессировать достаточно быстро, что крайне пагубно повлияет на весь процесс течения сердечной недостаточности. Еще одним основополагающим негативным фактором терапии пациентов миокардиальным фиброзом является

неполное знание роли фибробластов, что затрудняет прогнозирование и последующей терапии этого опасного заболевания, что существенно тормозит план лечения таких пациентов и оказание воздействия на данный тип клеток, посредством которого удастся приостановить их прогрессирующий процесс. Следует отметить, что имеющиеся знания и опыт работы в терапии миокардиального фиброза помогают специалистам в поисках путей адекватной терапии, при помощи которой можно добиться снижения выраженности миокардиального фиброза.

Своевременное и качественное прогнозирование дисфункции эндотелия и миокардиального фиброза способствует установлению адекватной терапии людей с хронической сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда, что существенно продлит жизнь пациентов и сделает их жизнедеятельность наиболее благоприятной в условиях протекания вышеуказанных заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арболишвили Г.Н. Связь показателей variability ритма сердца с механизмом смерти больных с хронической сердечной недостаточностью // Сердечная недостаточность, 2018. С. 172–179
2. Сторожаков Г.И., Эндотелиальная дисфункция при сердечной недостаточности. Клиническая геронтология, 2016. — 315 с.
3. Коркушко О.В., Лишнева В.Ю. Эндотелиальная дисфункция. Кровообращение и гемостаз, 2016. — 426 с
4. Хежева Ф.М., Мазур Н.А. Сывороточные маркеры фиброза у больных артериальной гипертензией. Кардиология, 2016. — С. 64–69
5. Travers JG, Kamal FA, Robbins J et al. Cardiac Fibrosis: The Fibroblast Awakens. Circ Res, 2016. — P. 37–42

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕР ВЕДЕНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ И РОДОВ У ЖЕНЩИН С ДИСПЛАЗИЕЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

OPTIMIZATION OF MEASURES FOR MANAGING PREGNANCY AND CHILDBIRTH IN WOMEN WITH CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA

**T. Fadeeva
V. Bitsadse**

Summary. The conceptual basis for the development of preventive measures should be the responsibility for creating conditions that cause reproductive health disorders; prevention and early detection of various health disorders of the population that occur when industrial and environmental factors affect the reproductive function.

To implement a system of hygienic training and education of a healthy lifestyle, family values among all segments of the population.

To improve technologies that ensure the hygienic and sanitary safety of patients and medical personnel in medical and preventive institutions.

Many women, while still in adolescence, learn about the presence of non-differential connective tissue dysplasia, which is recorded in their medical records. If pregnant women have a diagnosis of NDT before pregnancy, first of all, it is necessary to conduct a specialized reception, which is carried out up to 12 weeks. During this reception, studies are carried out on the absence of visceral manifestations of NDST, oxyproline and magnesium in the blood serum.

Keywords: dysplasia, pregnancy, reproductive health, childbirth, connective tissues.

По данным Всемирной организации здравоохранения не менее 20% случаев заболеваний среди всех женщин связаны с нарушениями репродуктивной функции. Следовательно, укрепление репродуктивного здоровья и охрана здоровья беременных женщин в настоящее время являются приоритетными и первоочередными для деятельности органов и учреждений здравоохранения [1].

На данный момент разрабатываются и реализуются Федеральные программы и Государственные концепции

Фадеева Татьяна Сергеевна
Д.м.н., профессор РАН, ФГАОУ ВО «Первый Московский
государственный медицинский университет
им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский
Университет)
Fdv_tana@mail.ru

Бицадзе Виктория Омаровна
ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Минздрава России (Сеченовский Университет)
Vikabits@mail.ru

Аннотация. Концептуальной основой развития профилактических мероприятий должна стать ответственность за создание условий, вызывающих нарушения репродуктивного здоровья; профилактика и раннее выявление различных нарушений состояния здоровья населения, возникающие при воздействии производственных и факторов окружающей среды на репродуктивную функцию.

Осуществлять среди всех слоев населения систему гигиенического обучения и воспитания здорового образа жизни, ценности семьи.

Совершенствовать технологии, обеспечивающие гигиеническую и санитарную безопасность пациентов и медицинского персонала в лечебно-профилактических учреждениях.

Многие женщины, находясь еще в юношеском возрасте, узнают о наличии недифференциальной дисплазии соединительной ткани, что фиксируется в их медицинских картах. При наличии у беременных женщин диагноза НДСТ до беременности в первую очередь необходимо проведение специализированного приема, который проводится до 12 недель. В ходе данного приема производятся исследования отсутствия висцеральных проявлений НДСТ, оксипролина и магния в сыворотки крови.

Ключевые слова: дисплазия, беременность, репродуктивное здоровье, роды, соединительные ткани.

по охране репродуктивного здоровья молодежи и беременных женщин [2–3].

Кроме того, Конституцией РФ ст. 38 закреплено то, что материнство и детство, и институт семьи находится всецело под защитой государства. Ст. 41 Конституции РФ предусматривает финансирование федеральных программ охраны и укрепления здоровья населения, принимаются меры по развитию государственной, муниципальной, частной систем здравоохранения, поощряется деятельность, способствующая укреплению здоровья

человека, развитию физической культуры и спорта, экологическому и санитарно-эпидемиологическому благополучию [4].

В развитие федеральных законодательных актов и программ приняты и реализуются соответствующие документы в субъектах Российской Федерации.

Обеспечение конституционных прав граждан Российской Федерации на получение гарантированной бесплатной медицинской помощи осуществляется в рамках принятой Правительством Российской Федерации Программы государственных гарантий обеспечения граждан Российской Федерации бесплатной медицинской помощью.

Аборты по желанию (статья 36 Основ Законодательства об охране здоровья граждан Российской Федерации) производятся за счет средств обязательного медицинского страхования (ОМС).

В целях реализации настоящей Концепции необходимо обеспечение приоритетного гарантированного финансирования мероприятий по охране репродуктивного здоровья населения за счет бюджетов и источников всех уровней.

Для выполнения Концепции следует продолжить разработку и утверждение соответствующих нормативно-правовых актов и федеральных целевых программ [5].

Осуществлять среди всех слоев населения систему гигиенического обучения и воспитания здорового образа жизни, ценности семьи.

Совершенствовать технологии, обеспечивающие гигиеническую и санитарную безопасность пациентов и медицинского персонала в лечебно-профилактических учреждениях.

Течение беременности и родов у женщин с недифференцированной дисплазией соединительной ткани

В первом триместре беременности в группе женщин с НДСТ в большей степени проявляются следующие осложнения: ранний токсикоз и угроза прерывания беременности, что, однако, не может быть статистически достоверным.

Статистически достоверными ($p < 0,05$) оказались осложнения в группе женщин с НДСТ, связанные с наличием воспалительных заболеваний половых путей, например, кольпитов и вагинитов неспецифической этиологии, и анемии. Необходимо отметить, что уровень эритроци-

тов и уровень гемоглобина у беременных без НДСТ был заметно ниже аналогичных показателей в контрольной группе ($p = 0,014$ и $p = 0,0009$). В большей степени у женщин с недифференциальной дисплазией соединительной ткани в первом триместре беременности наблюдались следующие осложнения: угроза прерывания беременности и воспалительные заболевания половых путей.

Кроме того, нельзя исключать тот факт, что наличие и выраженность угрозы прерывания статистически находились в обратной корреляционной зависимости с уровнем тромбоцитов ($R = -0,42$; $p = 0,0095$).

Во втором триместре беременности в группе женщин с НДСТ, как и среди женщин контрольной группы, в большей степени проявлялась анемия, которая имеет очень высокую степень распространенности у женщин с недифференциальной дисплазией соединительной ткани.

Необходимо учитывать и тот факт, что в большинстве случаев у женщин с недифференциальной дисплазией соединительной ткани в первом и втором триместре плод еще со стадии эмбриона развивается в условиях недостатка кислорода, который зависит от наличия гемического фактора. В подтверждение этому у беременных женщин с НДСТ во втором триместре присутствует низкие показатели уровня эритроцитов с высокой степенью достоверности ($R = -0,5266$, $p = 0,0003$) коррелируют с развитием фетоплацентарной недостаточности в третьем триместре беременности, которая затем верифицируется гистологически.

У женщин с НДСТ в большей степени проявляется такое осложнение как низкая плацентация. Еще одним фактом, на который указывает в своей работе Маслеников А.В., является наличие у женщин с НДСТ в большей степени угрозы прерывания беременности во втором триместре, особенно ярко это проявляется если у женщины присутствуют низкие показатели тромбоцитов в 1 триместре беременности ($R = -0,4149$, $p = 0,0095$), и именно с низким содержанием тромбоцитов коррелирует такое осложнение, как низкая плацентация ($R = -0,3876$, $p = 0,0162$) [6]. Других достоверных корреляций низкого уровня тромбоцитов в первом триместре беременности с осложнениями по триместрам и в родах не обнаружено.

Отметим, что угроза прерывания беременности во втором триместре положительно коррелировала со значениями гемостаза беременных женщин с НДСТ, как индекс АПТВ ($R = 0,5584$, $p = 0,0379$) и тромбиновое время ($R = 0,5584$, $p = 0,0379$) во втором триместре.

В третьем триместре беременности в структуре осложнений гестации все еще преобладали такое осложне-

ние, как анемия, частота встречаемости которой достигает более чем 64% у женщин с НДСТ.

Уровень гемоглобина в третьем триместре является отрицательным с очень высокой степенью достоверности коррелируется с временем излития околоплодных вод относительно начала родовой деятельности ($R=0,5825$, $p=0,00008$) — то есть в группе женщин с низкими показателями гемоглобина излитие околоплодных вод происходило раньше начала родовой деятельности.

Кроме того, в третьем триместре у женщин с НДСТ присутствовали прогностические маркеры, которые свидетельствовали о развитии угрозы преждевременных родов, отмечалось наличие миопии ($R=0,46$, $p=0,002$), повышенные уровни индекса АПТВ ($R=0,547$, $p=0,0005$) и РФМК ($R=0,48$, $p=0,002$).

Самую сильную связь с фактом развития и прогрессирования гестоза имел феномен прогрессирующего снижения уровня тромбоцитов во время беременности ($R=-0,488$, $p=0,00139$).

Достоверная (уровень $p<0,03$) сильная ($R=+0,866$) взаимосвязь была определена между развитием гестоза в третьем триместре и сдвигом в первом триместре беременности в сторону гиперкоагуляции таких показателей, как — индекс АПТВ, протромбин по Квику, МНО, тромбиновое время, фибриноген и уровень РФМК. С сданными параметрами были связаны гипоксии плода и факт обнаружения синдрома задержки развития плода в третьем триместре беременности, сила и достоверность связи была идентичной таковой для гестоза, что доказывает общность патогенеза этих осложнений у беременных с НДСТ.

Алгоритм ведения беременности и родов у женщин с недифференцированной дисплазией соединительной ткани

По результатам данных, полученных на первом этапе исследования, был выработан алгоритм ведения пациенток с недифференцированной дисплазией соединительной ткани.

При первой явке женщины в женскую консультацию должен быть верифицирован диагноз недифференцированная дисплазия соединительной ткани.

Если наличие НДСТ подтвердилось, то необходимо в сроки, приближенные к остальному объёму обследований, провести расширенную гемостазиограмму, включающую определение количества тромбоцитов, времени свертывания крови, время кровотечения, агрегации

тромбоцитов, активированного частичного тромбопластинового времени (далее — АЧТВ), фибриногена, определение протромбинового (тромбопластинового) времени, МНО, содержания растворимых фибрин — мономерных комплексов, протромбина по Квику, фибриногена В, антитромбина III, Д — димеров, уровня протенина С.

Кроме того, необходимо, чтобы пациентку проконсультировал хирург и терапевт на предмет наличия экстрагенитальной патологии, характерной для НДСТ.

После выполнения первого блока анализов необходимо начать профилактические мероприятия в виде назначения диеты с повышенным содержанием олигопептидов и гликозаминогликанов, принятием магния В6, то есть осуществление магниевой терапии. Магний В6 назначается по 2 таблетки 2 раза в день с момента установления беременности и до 36 недель. При обнаружении хронической венозной недостаточности можно назначить диосмин 600 мг в день, длительность курса — 4 недели, повторно раз в триместр.

Значимые изменения зарегистрированы при анализе показателей оксипролина и магния в процессе магниевой терапии. Если до начала лечения уровень оксипролина у женщин с НДСТ значительно превышал таковой у женщин контрольной группы, то на фоне лечения происходила выраженная нормализация уровня оксипролина к 22 неделям (на 50%), а к 34 неделям зарегистрировано его абсолютное соответствие уровню контрольной группы. Тогда как в подгруппе 1 основной группы наблюдалось статистически значимое повышение уровня оксипролина, свидетельствующее о прогрессирующей деградации коллагенов с увеличением срока беременности за счет тканей материнского и/или плодового происхождения.

Прием магния приводит к полной нормализации показателя к 22 неделям и незначительному его превалированию (11,4%) в 34 недели беременности ($P>0,05$). Уровень магния в крови беременных с НДСТ не получавших препараты магния оставался стабильно на протяжении всей беременности.

В зависимости от показателей гемостазиограммы необходимо выделять группы риска по таким осложнениям, как плацентарная недостаточность, хроническая внутриутробная гипоксия и задержка внутриутробного развития плода — в случае выявления низких (менее 50%) функциональных показателей агрегационной активности тромбоцитов, а так же гестоз — в случае высоких значений РФМК в 1 и 2 триместре беременности, роста уровня Д-димеров в эти же сроки и явлений дезадаптации в системе гемостаза с ранних сроков беременности.

Повторять расширенное исследование целесообразно не чаще 1 раза в триместр. Последнее исследование необходимо проводить в сроке 36 недель для определения состояния системы гемостаза, риска кровотечений (в случае выраженной дезадаптации коагуляционного гемостаза или угнетения сосудисто–ромбоцитарного гемостаза).

Применение подобного алгоритма ведения в группе из 800 пациенток улучшить акушерские и перинатальные исходы после проведения данного курса лечения.

В первом триместре беременности в группах женщин с НДСТ достоверных различий по частоте встречаемости осложнений и их структуре не было.

Во втором триместре беременности во 2 группе женщин с НДСТ удалось добиться снижения частоты встречаемости таких осложнений, как угроза прерывания беременности и анемия. В третьем триместре у женщин второй группы снизилась частота угрозы прерывания, анемии, гестоза и гипоксии плода ($p < 0,05$). Но не было зафиксировано снижения частоты встречаемости таких осложнений, как низкая плацентация и синдром задержки внутриутробного развития плода.

В первой группе беременных женщин с НДСТ процент экстренных оперативных родоразрешений составил 19,2%, во второй группе аналогичный показатель был равен только 11,9%. В структуре показаний к экстренному разрешению у женщин с НДСТ на первом месте находились признаки нарастающей гипоксии плода, на втором — аномалии родовой деятельности. На третьем (только в 1 группе) — преждевременная отслойка нормально расположенной плаценты. Во второй группе этот диагноз не фиксировался.

Срок родов в 1 группе составил 38 недель, во второй — 38, в третьей — 39,5 недель. Излитие околоплодных вод до срока 37 недель встречалась у 3 (4,1%) женщин из 1 группы и у 1 (2,4%) женщины из второй группы. В контрольной группе все эпизоды преждевременного излития околоплодных вод происходили в сроке более 38 недель.

Вес новорожденных женщин с НДСТ был достоверно меньше, чем аналогичный показатель у здоровых женщин, $p < 0,004$ при сравнении всех групп.

Аналогичная динамика наблюдалась и для роста новорожденных, $p < 0,0003$ для групп сравнения. В то же время вес новорожденных во 2 группе был несколько больше, чем в первой группе.

Обращают на себя внимание сниженные показатели оценки новорожденных по шкале Апгар в группах жен-

щин с НДСТ, так, для 1 группы средние значения этого показателя составили 8 балла, для второй группы — так же 8 балла, а для 3 группы — 8 балла. Различия в тесте сравнения Манна-Уитни между показателя новорожденных женщин с НДСТ и женщин без НДСТ были достоверными ($p < 0,005$). Только 51% новорожденных в 1 группе имел оценку на первой минуте 8 баллов. Оценки по шкале Апгар 9 баллов и более на первой минуте не было ни у одного новорожденного. В то же время обращает на себя внимание тот факт, что во второй группе суммарный процент детей, родивших с оценкой по шкале Апгар 5 и 6 баллов был меньше, чем аналогичный показатель в 1 группе (10% и 23% соответственно).

Хроническая фетоплацентарная недостаточность в доношенном сроке встречалась у 31,5% женщин 1 группы и у 28,6% женщин 2 группы, на этом фоне задержка внутриутробного развития развилась у 5,5% и 4,7% женщин соответственно. Женщины контрольной группы не имели хроническую фетоплацентарную недостаточность.

Травмы родовых путей встречались у 26,1% женщин контрольной группы, в группе женщин с НДСТ на ретроспективном этапе этот показатель составил 35,6%, на проспективном — 33,3%. Структуру акушерского травматизма у пациенток на этапах исследования отражена в диаграмме на рисунке 34. У трёх женщин из 1 группы была обнаружена гематома влагалища, потребовавшая вскрытия и прошивания. Во второй группе такого осложнения зафиксировано не было.

У 11% женщин 1 группы были зафиксированы осложнения в виде акушерских кровотечений, аналогичный показатель у женщин 2 группы было меньше и составил 9,5%.

Таким образом, из представленных данных видно, что предложенный алгоритм ведения беременных с НДСТ оказывает благоприятное влияние на акушерские и перинатальные исходы.

Схема ведение беременности женщин с недифференциальной дисплазией соединительной ткани

Любое ведение беременности акушером-гинекологом, как и обследования больных другим врачом, подчинено определенному алгоритму необходимых действий, который может быть представлен в виде схемы с последующим описанием каждого пункта данной схемы.

Схематически ведение беременности женщин с недифференциальной дисплазией соединительной ткани условно можно разделить на два основных направления:

1. Ведение условно здоровой женщины;

2. Ведение женщины, которая знала до беременности, что она больна дисплазией соединительной ткани.

Каждый из данных направлений включает в себя необходимый алгоритм действий. Рассмотрим каждое из данных направлений.

Ведение беременности условно здоровой женщины

При отсутствии видимых проявлений недифференциальной дисплазии соединительной ткани или фиксации в медицинской карте наличия НДСТ, беременная может считаться условно здоровой женщиной. В данном случае необходимо назначить консультацию и осмотр терапевта для того, чтобы определить наличие или отсутствие фенотипических маркеров НДСТ.

Согласно исследования, проведенному Лукиной Т.С., чаще всего у женщин с недифференциальной дисплазией соединительной ткани встречается проявление дизэмбриогенеза [7], то есть небольшие внешние фенотипические проявления недифференциальной дисплазии соединительной ткани. Они есть у каждого человека, но при отсутствии дисплазии соединительной ткани число данных аномалий или стигм не должно превышать 5, к числу стандартных аномалий можно отнести широкую переносицу, неправильную форму ушной раковины и т.д.

Кроме того, терапевт вправе проводить антропометрические исследования, которые основываются на следующих измерениях:

- ◆ длина верхней конечности — расстояние между выступающей точкой на крае акромиального отростка лопатки и дистальной точкой ногтевой фаланги 3-го пальца;
- ◆ длина плеча — расстояние от выступающей точки на крае акромиального отростка лопатки до верхней точки головки лучевой кости;
- ◆ длина предплечья — расстояние от нижней точки шиловидного отростка лучевой кости до верхней точки головки лучевой кости;
- ◆ длина кисти — расстояние между проекцией шиловидной кости на продолжение линии третьей пястной кости до самой дистальной точки ногтевой фаланги 3-го пальца;
- ◆ длина нижней конечности — расстояние от большого вертела до пола;
- ◆ длина бедра — расстояние между верхним краем лонного сочленения и серединой медиального мыщелка большеберцовой кости;
- ◆ длина голени — расстояние между серединой медиального мыщелка большеберцовой кости и нижней точкой на внутренней лодыжке;

- ◆ длина стопы — расстояние от пяточного бугра до конца ногтевой фаланги 2-го пальца.

Ведение женщины, которая знала до беременности, что она больна дисплазией соединительной ткани

Многие женщины, находясь еще в юношеском возрасте, узнают о наличии недифференциальной дисплазии соединительной ткани, что фиксируется в их медицинских картах. При наличии у беременных женщин диагноза НДСТ до беременности в первую очередь необходимо проведение специализированного приема, который проводится до 12 недель. В ходе данного приема производятся исследования отсутствия висцеральных проявлений НДСТ, оксипролина и магния в сыворотке крови.

После проведения специализированного приема необходимо провести расчет оценки риска, который основывается на данных программы «Step DST», работа и премущества которой были описаны выше.

В том случае, если женщина, относящаяся к группе высокого риска по НДСТ, не отказывается от проведения терапии препаратами магния, то осуществляется контроль магния и оксипролина в 22 и 34 недели, что помогает корректировать дозировку магния и при необходимости ее менять. А госпитализация пациентки группы высокого риска планируется на 38 недели беременности, если нет основания для госпитализации на сроке раньше, чем 38 недель беременности.

Однако необходимо отметить, что не все пациентки с НДСТ группы высокого риска обладают достаточным финансированием для проведения терапии магниевыми аппаратами, поэтому женщинам данной группы с недостаточным финансированием необходимо произвести дополнительное финансирование, которое осуществляется государством, что предполагает наличие бесплатных услуг и препаратов для беременных.

Отметим, что для того, чтобы использовать дополнительное финансирование, необходимо наличие полиса ОМС, который действует лишь в государственных органах здравоохранения.

К списку препаратов, которые могут предоставляться бесплатно относят фолиевую кислоту, витамин Е, кальция карбонат и т.д. Однако данный перечень каждый год может изменяться Министерством Здравоохранения.

В связи с этим у беременных с НДСТ помимо указанной схемы можно использовать алгоритм клинико-гемостазиологических исследований. Один из последних

таких алгоритмов был предложен П.А. Кирющенковым с соавторами. Он обобщает существующие анамнестические данные, анализ клинической ситуации с выполнением общих оценочных, а при необходимости — отдельных специальных гемостазиологических тестов, установление диагноза и подбор необходимой терапии [8].

При наличии любой патологии беременной женщины с НДСТ в первом триместре рекомендуется специальная диета, которая характеризуется повышенным содержанием белков и гликозаминогликанов, то есть тех средств, которые позволяют регулировать тонус и моторику желудочно-кишечного тракта, витамин Е в дозе 400 МЕ/сутки. При назначении тех или иных препаратов необходимо учитывать, что препараты, понижающие коагуляционный потенциал, могут привести к снижению геморрагических проявлений у женщин синдромом мезенхимальной дисплазии. Кроме того, необходимо помнить, что дисплазия соединительной ткани в большинстве случаев характеризуется облигатным магниевым-дефицитным состоянием [9] [10].

Лечение беременных с диагнозом НДСТ проводится посредством назначения таблетированных препаратов магния, что фиксируется в общей схеме ведения беременных женщин с НДСТ и считается оправданным с позиции рациональной фармакотерапии беременных. Кроме того, данное лечение может проводиться без лабораторного подтверждения магниевых дефицита в связи с малой его информативностью. Еще одной причиной проведения своевременного лечения таблетированными препаратами магния является то, что магний необходим для нормализации состояния системы гемостаза [11].

С целью коррекции геморрагического синдрома у пациентов с НДСТ применяются средства местного и общего действия. Для остановки кровотечения местно чаще всего используются хирургические методы, гемостатическая губка, системно — препараты антифибринолитического действия, прежде всего — транексамовая кислота. По общепринятым показаниям — инфузионно-трансфузионная терапия. При массивных кровопотерях оправдано применение рекомбинантных факторов свёртывания крови.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев В.Е. / Пути совершенствования медико-социальной помощи женщинам и детям при угрозе невынашивания: Автореф. дис. канд. мед. наук. СПб; 1994. 17 с.
2. Фадеева Т.С./ Беременность у женщин с дисплазией соединительной ткани. Вестник Российского Государственного медицинского университета 2007; (7): 171–172.
3. Концепция охраны репродуктивного здоровья населения России на 2000–2004 годы// АВ 2001 г. Выпуск 8 Охрана репродуктивного здоровья населения на 2000–2004 гг. [Электронный ресурс] -URL: <http://iam.duma.gov.ru/node/8/4534/15428>
4. Конституция Российской Федерации 2015 года// [Электронный ресурс] -URL: http://base.garant.ru/10103000/2/#block_2000
5. Концепция охраны репродуктивного здоровья населения России на 2000–2004 годы// АВ 2001 г. Выпуск 8 Охрана репродуктивного здоровья населения на 2000–2004 гг. [Электронный ресурс] -URL: <http://iam.duma.gov.ru/node/8/4534/15428>
6. Масленников А.В. / Особенности течения беременности и родов у женщин с недифференцированной дисплазией соединительной ткани// Дисс. ... канд. мед. наук Уфа 2014–116 с.
7. Лукина Т.С. / Оптимизация математического моделирования и прогнозирования анализа течения беременности и родов у женщин с недифференциальной дисплазией соединительной// Автореф. дисс.канд.мед.наук. — М.,2003. — 57 с.
8. Causal relationship between hyperfibrinogenemia, thrombosis, and resistance to thrombolysis in mice / K.R. Machlus, J.C. Cardenas, F.C. Church, A.S. Wolberg // Blood. — 2011. — Vol. 117. — P. 4953–4963.
9. Шабалов Н.П. Наследственные болезни соединительной ткани / Н.П. Шабалов, В.Г. Арсентьев // Педиатрия. Национальное руководство: в 2 т. — М.: ГЭОТАР — Медиа, 2009. — Т. 1. — С. 298–320.
10. Сидорович О.В., Горемыкин В.И., Елизарова С.Ю., Нестеренко О.В. / Способ объективизации диагностики недифференцированной дисплазии соединительной ткани у детей с помощью количественного метода //Международный журнал экспериментального образования. — 2013. — № 11–2. — С. 53–55.
11. Кудинова Е.Г. Генетические тромбофилии у девушек с мезенхимальными дисплазиями / Е.Г. Кудинова // Сибирский медицинский журнал. — 2011. — Т. 26, № 3, Вып. 2. — С. 97–99.

© Фадеева Татьяна Сергеевна (Fdv_tana@mail.ru), Бицадзе Виктория Омаровна (Vikabits@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЛЕЧЕНИЯ КОЛОРЕКТАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ ПРИ УДАЛЕНИИ ОБРАЗЦОВ ИЗ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОТВЕРСТИЙ (N.O.S.E.S.)

Цао Юй

Аспирант, Первый Московский государственный
медицинский университет имени И.М. Сеченов
goodmancao@yandex.ru

Чжан Синьян

Аспирант, Первый Московский государственный
медицинский университет имени И.М. Сеченова
zx10620@yandex.ru

Фу Юй

Первый Московский государственный медицинский
университет имени И.М. Сеченов
a840534855@gmail.com

CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR TREATMENT OF COLORECTAL TUMORS WHEN EXTRACTION OF SAMPLES FROM NATURAL HOUSINGS (N.O.S.E.S.)

**Cao Yu
Zhang Xinliang
Fu Yu**

Summary. Colorectal cancer (CRC) is one of the most common malignant tumors of the digestive tract. Recently, there has been an increase in overall morbidity and mortality from CRC, while surgery remains the most effective treatment for CRC. Thanks to the constant modernization of surgical and diagnostic technologies, the constantly improving minimally invasive surgical technique has become one of the standards in the treatment of colorectal cancer. As much attention is paid to the patient's quality of life after surgery as to the oncological and surgical outcome. Thus, both endoscopic transluminal surgery (N.O.T.S.E.) and natural orifice surgery (N.O.S.E.S.) are widely used today, essentially displacing open methods of treatment. In this work, we consider the main methods and historical aspects of the development of N.O.S.E.S. in the treatment of colorectal tumors. It was revealed that N.O.S.E.S. in the treatment of colorectal tumors requires improved extraction methods to prevent local recurrence and infectious complications, for the purpose of which it is necessary to use high-precision endoscopic auxiliary instruments, robotic surgery, and to improve sterilization and washing protocols of the extraction pathways.

Keywords: N.O.S.E.S., N.O.T.S.E., colorectal cancer, laparoscopic surgery, malignant tumors.

Аннотация. Колоректальный рак (КРК) — одна из наиболее распространенных злокачественных опухолей пищеварительного тракта. В последнее время наблюдается повышение общей заболеваемости и смертности от КРК, при этом хирургическое вмешательство остается наиболее эффективным способом лечения КРК. Благодаря постоянной модернизации хирургических и диагностических технологий, постоянно совершенствующаяся минимально инвазивная хирургическая техника стала одним из стандартов в лечении колоректального рака. Качеству жизни пациента после операции уделяется столько же внимания, сколько и онкологическому и хирургическому результату. Таким образом, как эндоскопическая транслюминальная хирургия (N.O.T.S.E.), так и хирургия через естественные отверстия (N.O.S.E.S.) на сегодняшний день широко применяются, существенно сместив открытые методы лечения. В данной работе мы рассматриваем основные методы и исторические аспекты развития хирургии N.O.S.E.S. при лечении колоректальных опухолей. Было выявлено, что хирургия N.O.S.E.S. в лечении колоректальных опухолей требует совершенствования методов экстракции для предотвращения локальных рецидивов и инфекционных осложнений, с целью которых необходимо применять высокоточные эндоскопические вспомогательные инструменты, роботическую хирургию и улучшать стерилизацию и промывные протоколы путей экстракции.

Ключевые слова: N.O.S.E.S., N.O.T.S.E., колоректальный рак, лапароскопическая хирургия, злокачественные опухоли.

Традиционная лапароскопическая хирургия колоректального рака широко применяется в клинической практике [1]. При лапароскопической хирургии на брюшной стенке делаются вспомогательные разрезы, которые могут усиливать болевые ощущения и эстетические несовершенны. Для уменьшения травматизации тканей при лапароскопических операциях была предложена концепция транслюминальной эндоскопической

хирургии (N.O.T.S.E.) [2]. Данный вид эндоскопии проводится через естественные отверстия рта, влагалища, уретры, ануса и т.д. для диагностики или лечения заболевания [3]. В лечении колоректальных опухолей, активное развитие получил метод N.O.S.E.S. N.O.S.E.S. объединяет концепцию N.O.T.S.E. и преимущества традиционной лапароскопической хирургии [4]. В настоящее время в клинической литературе имеется множество

сообщений о клиническом применении метода N.O.S.E.S. и его модификаций. С целью систематизации данных о современных аспектах N.O.S.E.S. проведен обзор существующих публикаций в области классификации, использования и вариаций N.O.S.E.S.

Классификация

В настоящее время метод N.O.S.E.S. используется для лечения патологий внутренних органов, наиболее часто при лечении колоректальных новообразований. Для доброкачественных и злокачественных опухолей прямой кишки используются 2 основных типа в зависимости от способа получения образцов: трансвагинальный и трансанальный N.O.S.E.S.

Трансвагинальный N.O.S.E.S

Благодаря хорошей пластичности влагалища, обильному кровоснабжению и быстрому заживлению ран, трансвагинальный N.O.S.E.S. подходит для пациенток, у которых крупный размер опухоли, которую невозможно извлечь через трансанальный доступ. В 2015 году был описан метод комбинированного роботизированного радикального иссечения рака желудка с трансвагинальным N.O.S.E.S. с реконструкцией пищеварительного тракта ручным наложением шва под оптическим микроскопом [5]. Послеоперационный период при применении данного метода протекал без осложнений, причем средняя продолжительность пребывания в больнице составила всего 3,6 дня. В ходе другого исследования выполнялось трансвагинальное N.O.S.E.S. по заднему своду влагалища, который является наиболее растяжимой частью и наиболее легко идентифицируемым анатомическим ориентиром при лапароскопии, а положение заднего свода влагалища глубокое и вокруг него нет активного нервного и сосудистого сплетения, поэтому травма в этом месте не окажет очевидного влияния на сексуальную жизнь пациента [6].

Трансвагинальный N.O.S.E.S. имеет недостатки, поскольку при данной процедуре дополнительно повреждаются внутренние органы, а анатомия ректовагинальной области сложна и изменчива, что значительно усложняет применение данного доступа. Поэтому не рекомендуется применять трансвагинальный N.O.S.E.S. женщинам с острой гинекологической инфекцией, аномалиями влагалища или женщинам, не состоящим в браке и планирующим беременность.

Трансанальный N.O.S.E.S.

Трансанальный N.O.S.E.S. подходит для пациентов с небольшими новообразованиями, и не имеет ограничений по полу [7]. В 1993 году Дж. Франклин с соавтора-

ми впервые провели операцию лапароскопической резекции сигмовидной кишки с трансанальной N.O.S.E.S., средняя продолжительность послеоперационного пребывания в больнице составила всего 3,4 дня [8]. В ходе исследований было выявлено, что модифицированная техника лапароскопической передней резекции с трансанальной N.O.S.E.S. соответствует принципу безконтактной техники опухолевой экстракции и имеет такие преимущества, как меньшая травматизация, быстрое восстановление и меньшее количество осложнений [9]. Также было выявлено, что трансанальный N.O.S.E.S. не имеет ограничений по полу пациента, поэтому в настоящее время он применяется наиболее широко [10].

Сегодня принято делить N.O.S.E.S. на три категории:

- а) Выльгусный тип резекции. Показания в основном для низких резекций прямой кишки.
- б) Тип резекция-удаления. Применимо для срединных резекций прямой кишки.
- в) Тракционный тип резекции. Адаптирован и применим в лечении ректальной, сигмовидной, левой и правой ободочной кишки, а также при полной колэктомии.

N.O.S.E.S.1 также разделяют на подтипы: А (метод выворота), В (метод модифицированного выворота), С (колоанальный анастомоз, метод Паркса), D (резекция межфимктерного пространства, метод ISR), Е (извлечение трансанального канала толстой кишки, метод Vascon), F (предложен Петров В. Царьковым) [11]

Преимущества

В 2011 году был опубликован систематический обзор, включивший 94 случаев. Было выявлено, что гемиколэктомии слева процедурой N.O.S.E.S. является безопасной и выполнимой [12]. На данный момент не обнаружено значительных различий во времени до появления первых газов, кровотечения, непроходимости, запора, и инфекционных осложнений между традиционным лапароскопическим и лапароскопическим трансанальным извлечением образца N.O.S.E.S., но значительные различия в частоте послеоперационной диареи, уровне боли и удовлетворенности эстетикой брюшной стенки в пользу N.O.S.E.S.

Чжан Синмао и др. сравнили N.O.S.E.S., выполненный с помощью традиционной лапароскопии и тотальной лапароскопии, и обнаружил, что полная лапароскопическая резекция N.O.S.E.S. имеет несколько преимуществ по сравнению с лапароскопической ассистированной резекцией. Было выявлено, что колоректальное N.O.S.E.S.:

- ◆ Оставляет несколько небольших рубцов на брюшной стенке.

- ◆ Эффективно уменьшая послеоперационную боль у пациентов.
- ◆ Снижает риск послеоперационной грыжи и осложнений, связанных с инфекцией.
- ◆ Способствует раннему послеоперационному передвижению пациентов, откашливанию мокроты.
- ◆ Снижает возникновение многих осложнений, таких как послеоперационная кишечная непроходимость, венозный тромбоз нижних конечностей и легочная инфекция [14].

Преимущества N.O.S.E.S очевидны: хороший косметический результат, отсутствие статистической разницы по эффективности лечения и длины безрецидивного периода, эффективности онкологического контроля.

Осложнения

Существенное различие между N.O.S.E.S. и традиционной лапароскопической хирургии — путь экстракции опухолевой ткани. N.O.S.E.S. позволяет избежать дополнительной травматизации брюшной стенки и связанных с ним осложнений, однако N.O.S.E.S. имеет потенциальные риски распространения клеток опухоли, диссеминации клеток в область брюшной полости на пути экстракции. Масаюки с соавторами рекомендуют применять солевой раствор, содержащий иодофоры для неоднократного промывания путей экстракции, а также выполнять цитологическое обследование промывочного раствора интраоперационно, чтобы подтвердить отсутствие раковых клеток [15].

Гюндоган и др. описал случай имплантации опухолевых клеток у пациентки, перенесшей трансвагинальное удаление образцов при левой колэктомии. У пациентки развилась аденокарцинома в вагинальной стенке спустя 1 год после операции. Как результат, матка, фаллопиевы трубы, задняя стенка влагалища были удалены при повторном вмешательстве [16].

При выполнении колоректального N.O.S.E.S. увеличивается возможность развития послеоперационных инфекционных осложнений в связи с выведением кишечника через стенку брюшной полости. В 2011 году Leroy et al. сообщили о 16 случаях N.O.S.E.S. сигмовидного отдела толстой кишки при которых потребовалась интерпозиция кишечника [17].

В 2016 году группа ученых продемонстрировала, что на ранних этапах бактериологического обсеменения при выполнении колоректального N.O.S.E.S. не определялось послеоперационного сепсиса или раневой инфекции, не было обнаружено опухолевых клеток в эксудате у пациентов при обработке путей экстракции

большим количеством раствора для стерилизации кишечной полости [18].

Многие современные ученые считают, что лечение колоректального рака с помощью трансанального N.O.S.E.S. является безопасным методом с превосходящими косметическими результатами.

При выполнении колоректальных N.O.S.E.S., если опухоль крупных размеров, это может привести к разрыву или повреждению стенки прямой кишки во время экстракции образца. В 2013 году, Uccella и других [19] проанализировали 230 пациенток с трансвагинальным N.O.S.E.S. с целью определения частоты промежуточных осложнений. Авторы показали, что трансвагинальных N.O.S.E.S. не оказывает прямое негативное влияние на половую функцию и удерживающую функцию промежуточных мышц.

Исследование, проведенное группой ученых под руководством Сухраба Saurabh показало, что трансвагинальный N.O.S.E.S. может привести к нарушению половой функции и даже к бесплодию. В 2015 году проспективное исследование [8] показало, что по сравнению с обычной лапароскопической колоректальной хирургией, при выполнении трансанального N.O.S.E.S. ни у одного пациента не было тяжелой анальной дисфункции через 6 и 12 недель после операции. В 2016 году Нгу и его коллеги выявили, показали, что после трансанального N.O.S.E.S. не было выявлено случаев недержания кала при среднем периоде наблюдения 9 месяцев после операции.

Заключение

Современные данные мировой литературы единогласно утверждают, что N.O.S.E.S. для лечения колоректальных опухолей — безопасная и эффективная процедура с превосходящими косметическими результатами. По сравнению с традиционной лапароскопической хирургией, N.O.S.E.S. характеризуется более высоким уровнем послеоперационного качества жизни, лучшими косметическими результатами, улучшенными результатами психосоциальной реабилитации, результатами онкологического лечения и без рецидивного периода. Безусловно, хирургия N.O.S.E.S. в лечении колоректальных опухолей требует усовершенствования методов экстракции для предотвращения локальных рецидивов и инфекционных осложнений, с целью которых необходимо применять высокоточные эндоскопический вспомогательные инструменты, роботическую хирургию и улучшать стерилизацию и промывные протоколы путей экстракции. Несмотря на существующие недостатки, минимально-инвазивная методика N.O.S.E.S. набирает популярность и находит большее применение в клинической практике ежегодно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Leung AL, Cheung HY, Li MK. Advances in laparoscopic colorectal surgery: a review on NOTES and transanal extraction of specimen [J]. Asian journal of endoscopic surgery, 2014, 7(1): 11–16.
2. Kalloo AN, Singh VK, Jagannath SB, et al. Flexible transgastric peritoneoscopy: a novel approach to diagnostic and therapeutic interventions in the peritoneal cavity [J]. Gastrointest Endosc, 2004, 60(1): 114–117.
3. Zeng WG, Zhou ZX. Mini-invasive surgery for colorectal cancer [J]. Chinese journal of cancer, 2014, 33(6): 277–284.
4. Xu S, Liu K, Chen X, Yao H. The safety and efficacy of laparoscopic surgery versus laparoscopic NOSE for sigmoid and rectal cancer. Surg Endosc. 2021 Jan 21. doi: 10.1007/s00464-020-08260-6. Epub ahead of print. PMID: 33475847.
5. Zhang S, Jiang ZW, Wang G, et al. Robotic gastrectomy with transvaginal specimen extraction for female gastric cancer patients [J]. World J Gastroenterol, 2015, 21(47): 13332–13338.
6. Li XW, Wang CY, Zhang JJ, Ge Z, Lin XH, Hu JH. Short-term efficacy of transvaginal specimen extraction for right colon cancer based on propensity score matching: A retrospective cohort study. Int J Surg. 2019 Dec;72:102–108.
7. Nishimura A, Kawahara M, Honda K, Ootani T, Kakuta T, Kitami C, Makino S, Kawachi Y, Nikkuni K. Totally laparoscopic anterior resection with transvaginal assistance and transvaginal specimen extraction: a technique for natural orifice surgery combined with reduced-port surgery. Surg Endosc. 2013 Dec;27(12):4734–40.
8. Franklin ME Jr, Ramos R, Rosenthal D, Schuessler W. Laparoscopic colonic procedures [J]. World J Surg, 1993, 17(1): 51–56.
9. Yu S, Ji Y, Luo T, Xu P, Zhen Z, Deng J. A modified technique of transanal specimen extraction in the laparoscopic anterior rectal resection for upper rectal or lower sigmoid colon cancer: a retrospective study. BMC Surg. 2021 Feb 12;21(1):82.
10. Efetov SK, Tulina IA, Kim VD, et al. Natural orifice specimen extraction (NOSE) surgery with rectal eversion and total extra abdominal resection [J]. Tech Coloproctol, 2019, 23(9): 899–902.
11. Guan X, Liu Z, Longo A, Cai JC, Tzu-Liang Chen et al. International consensus on natural orifice specimen extraction surgery (NOSES) for colorectal cancer. Gastroenterol Rep (Oxf). 2019 Feb;7(1):24–31.
12. Wei Chang Wai Ke Za Zhi. 2016 Jun;19(6):621–3. Chinese. PMID: 27353095.
13. Wolthuis AM, Van Geluwe B, Fieuws S, et al. Laparoscopic sigmoid resection with transrectal specimen extraction: a systematic review [J]. Colorectal disease: the official journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland, 2012, 14(10): 1183–1188.
14. Xingmao Z, Haitao Z, Jianwei L et al. Totally laparoscopic resection with natural orifice specimen extraction (NOSE) has more advantages comparing with laparoscopic-assisted resection for selected patients with sigmoid colon or rectal cancer. Int J Colorectal Dis. 2014 Sep;29(9):1119–24.
15. Ng HI, Sun WQ, Zhao XM, et al. Outcomes of trans-anal natural orifice specimen extraction combined with laparoscopic anterior resection for sigmoid and rectal carcinoma: An observational study [J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(38): e12347
16. Leroy J, Costantino F, Cahill RA, et al. Laparoscopic resection with transanal specimen extraction for sigmoid diverticulitis [J]. Br J Surg, 2011, 98(9): 1327–1334.
17. Saurabh B, Chang SC, Ke TW, et al. Natural orifice specimen extraction with single stapling colorectal anastomosis for laparoscopic anterior resection: feasibility, outcomes, and technical considerations [J]. Dis Colon Rectum, 2017, 60(1): 43–50.

© Цао Юй (goodmancaoyu@gmail.com),

Чжан Синьян (zxl0620@yandex.ru), Фу Юй (a840534855@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Achabayeva A. — Senior Lecturer, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
Aisha.aca@yandex.ru

Agureev I. — National Research Institute "Moscow Power Engineering Institute (MPEI)"
agureev.ivan@list.ru

Akulenok M. — Cand. Sc. (Technology), associated professor, National Research University of Electronic Technology
amv@s2q.ru

Al-Dulaimi Omar Hatem Zaidan — Graduate student, Voronezh State Technical University
omarhatem82@gmail.com

Alexander I. — Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk
zankin_ai@mail.ru

Arkhangelskaya D. — Astrakhan State Medical University
valeriaorlova303@gmail.com

Azarov V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Arctic State Agrotechnological University
west_55@inbox.ru

Babaritsky P. — Postgraduate student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research University ITMO"
pavel3345@yandex.ru

Bazhenov R. — Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor, Sholom-Aliechem Priamursky State University, Birobidzhan
r-i-bazhenov@yandex.ru

Bekreev V. — Doctor of Med. Science., Professor, Peoples Friendship University of Russia
bekreev@mail.ru

Belyakova A. — Post-graduate student, Moscow City University (MCU), Moscow
itwhitelight@mail.ru

Bitsadse V. — FGAOU VO «First Moscow State Medical University Them Sechenov»
Vikabits@mail.ru

Borodulina I. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Military Medical Academy S.M. Kirov, St. Petersburg
borodulina59@mail.ru

Bovanova N. — PhD student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)
nadyab92@mail.ru

Bugero N. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Pskov State University
bugero@mail.ru

Cao Yu — Graduate student, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
goodmancaoyu@gmail.com

Chernysheva E. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of Russia
lena.chernysheva@inbox.ru

Chiskidov S. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Academy of Civil Protection EMERCOM of Russia, Khimki (Moscow region), Russia
chis69@mail.ru

Chiskidov S. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academy of Civil Protection EMERCOM of Russia», Khimki (Moscow region)
chis69@mail.ru

Chkhikvadze T. — Post graduate student, Peoples Friendship University of Russia
tchkhik@hotmail.com

Chuprina M. — Lecturer, Autonomous non-profit professional education organization «Omsk Academy of Economics and Entrepreneurship»
marinachup@yandex.ru

Danilov R. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Associate
danilovroman@mail.ru

Dorovskaya I. — Kerch State Marine Technological University, Kerch

Dorovskoy V. — Kerch State Marine Technological University, Kerch

Ermakova T. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow City University (MCU), Moscow, Russia
ermaktat@bk.ru

Ermakova T. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow City University (MCU), Moscow
ermaktat@bk.ru

Evdokimov A. — Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk
evd15@list.ru

Fadeeva T. — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, FGAOU VO «First Moscow State Medical University Them Sechenov»
Fdv_tana@mail.ru

Fedosin S. — Candidate of Technical Sciences, Professor, N.P. Ogarev National Research Mordovian State University Saransk
fedosinsa@mrsu.ru

Fu Yu — First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
a840534855@gmail.com

Gelastanov I. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

Gharamyan B. — Post graduate student, Peoples Friendship University of Russia
garamjan13@gmail.com

Glushkov S. — Dr. Sci. (Eng), Professor, Maritime state university named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok
glushkov@msun.ru

Golubeva G. — Radiologist, 3D- laboratoria

Gosudarev I. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research University ITMO"
ilia-gossoudarev@yandex.ru

Grishin M. — Candidate of Technical Sciences, Institute of Aviation Technology and Management; design engineer, Joint Stock Company "Ulyanovsk Design Bureau instrumentation"
likani7@mail.ru

Gusev A. — Ph.D. student, Russian state university named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow
alex@gusev.xyz

Huseynova G. — Doctoral student(PhD) of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku
gulnar_muel@mail.ru

Ilyina N. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Pskov State University
ilina@mail.ru

Ivliev S. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk
ivliev_ibis@mrsu.ru

Kabytova M. — Candidate of Medical Sciences, Assistant, FSBEI HE "Volgograd State Medical University"
mashan.hoi@mail.ru

Kantaria G. — FSBEI HE "Volgograd State Medical University"
gvantsa_15@mail.ru

Kaskulova D. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

Kastornova M. — Candidate of Agricultural Sciences, Assistant professor, State Agrarian University of Northern Trans-Urals (Tyumen)
morskae.t90@mail.ru

Khaibullina A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Bashkir State Medical University
alfiyahabullina@mail.ru

Kiseleva M. — Candidate of Medical Sciences, Chief physician of the "Regional Cardiology Dispensary"; Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of Russia
Kiseleva_m_a@mail.ru

Kondrashova I. — PhD in Pedagogy, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S. Turgenev»
eco-kondrashova@yandex.ru

Koriagin V. — Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner
vladimirkoryagin12@gmail.com

Korotkov V. — Associate Professor, Admiral S.O. Makarov GUMRF, St. Petersburg
9738132@mail.ru

Krilova S. — Senior Lecturer, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk
krilova_ibis@mrsu.ru

Kulyasova O. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, State Agrarian University of Northern Trans-Urals (Tyumen)
oksana-2505kul@mail.ru

Kurguz R. — PhD in Biology, College Professor, State Autonomous Vocational Education Institution «Bryansk Basic Medical College»
rkurguz@rambler.ru

Kuzmichev B. — Candidate of Medical Sciences, Assistant Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of Russia
bog13@list.ru

Kuznetsov D. — Doctor-cardiologist, Voronezh Regional Clinical, Hospital № 1

Kuznetsov S. — MD, Professor of VSMU named after N.N. Burdenko, doctor-cardiologist, Voronezh
09ksi@mail.ru

Kvaskov A. — PhD student, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk
unholy_str@mail.ru

Lebed M. — Bauman Moscow State Technical University
maxim.lebed.98@mail.ru

Leksikov E. — Senior Lecturer, FSBEI HE «Bryansk State Technical University»
jl32@yandex.ru

Malko S. — Kerch State Marine Technological University, Kerch
sergmalko@mail.ru

Mamedova P. — Doctoral student(PhD) of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku
peri.omar87@gmail.com

Maremshaova N. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

Melnikov A. — Admiral S.O. Makarov GUMRF, St. Petersburg

Miniyarov F. — Candidate of biological sciences, associate professor, head of laboratory, Astrakhan State University
fminiyarov@mail.ru

Mironov V. — PhD in Technical Sciences, senior lecturer, Russian state university named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow
mironov-vp@rguk.ru

Mosolov G. — Bauman Moscow State Technical University
Grigory2012@bk.ru

Muradova S. — Lecturer of the Azerbaijan State Pedagogical University, Baku
sevdamuradova3@gmail.com

Murtazina A. — PhD in Technical Sciences, senior lecturer, Russian state university named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow
aly1029@yandex.ru

Neimatova U. — Doctoral student(PhD) of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku
azmbi@mail.ru

Ogonyan E. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE "Volgograd State Medical University"
ogonyan111@mail.ru

Onishchenko L. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE "Volgograd State Medical University"
onishchenko_lf@mail.ru

Orekhov S. — Senior Lecturer, Bauman Moscow State Technical University
serg31057@mail.ru

Orlova I. — Teacher, Astrakhan State Medical University
orlow.yurij2010@yandex.ru

Panova V. — Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of Russia
cheepy995@gmail.com

Pantyukhov D. — Academy of the Federal Security Service of the Russian Federation, Oryol
gospamme@ya.ru

Pavlov S. — Candidate of biological sciences, associate professor, Samara State University of Social Sciences and Education
pavlov@sgspu.ru

Petrova T. — Post-graduate student, Military Medical Academy S.M. Kirov, St. Petersburg
tanya-petrova-1995@yandex.ru

Prokhorov K. — Applicant, Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner
kirpro059@gmail.com

Romashkova O. — Doctor of Engineering, Professor, Moscow City University (MCU), Moscow
ox-rom@yandex.ru

Romashkova O. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEP), Moscow, Russia
ox-rom@yandex.ru

Rusakov M. — Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk
e10e00@mail.ru

Ryabogina I. — Post-graduate student, Moscow City University (MCU), Moscow, Russia
iren89@bk.ru

Rybak A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia
rybak_2908@mail.ru

Ryzhikov S. — Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Associate Professor, National Research Institute "Moscow Power Engineering Institute (MPEI)"
ryzhikovss@mpei.ru

Sakharov V. — Senior Lecturer, Bauman Moscow State Technical University
vlad.saharov2011@yandex.ru

Sakhautdinova I. — MD, Professor, Bashkir State Medical University; Chief physician of CHUZ "CB "Russian Railways-Medicine" Ufa

Sedova N. — Ph.D. (Eng), Associate Professor, Maritime state university named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok
nellyfish81@mail.ru

Semenova A. — Kerch State Marine Technological University, Kerch

Shchuchkin E. — Postgraduate studies, National Research University of Electronic Technology
shchuchkin-pkims@yandex.ru

Shikula O. — Senior teacher, National Research University of Electronic Technology
oshik78@mail.ru

Shishkin V. — Candidate of Technical Sciences, Professor, Institute of Aviation Technology and Management
shvv@ulstu.ru

Smirnov S. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State Technical University named after N.E. Bauman
smirnovsn@bmstu.ru

Sokolova M. — Postgraduate student, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev, Saransk
Manunia131313@mail.ru

Stepashkina E. — Graduate student, Ulyanovsk State Technical University; Deputy Head of the Serial Design Department, Joint Stock Company "Ulyanovsk Design Bureau instrumentation"
e.stepashkina85@mail.ru

Stepura A. — Lecturer, Moscow State University of Civil Engineering
stepura83@mail.ru

Sultanova O. — Candidate of Medical Sciences, Cardiologist of the Salyutem Medical Center; Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of Russia
oksanka.sultanova@mail.ru

Syasin D. — Project manager, Moscow State University named after M.V. Lomonosov
dims5@mail.ru

Tayupova I. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Bashkir State Medical University

Tegza N. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Military Medical Academy S.M. Kirov, St. Petersburg
tegza75@mail.ru

Tikhonov M. — Cand. Sc. (Technology), associated professor, National Research University of Electronic Technology
kurotenshi91@yandex.ru

Tlizamova D. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

Trusov Yu. — Postgraduate student, Samara State Medical University

Umyarov A. — National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk
umiarov.karim@yandex.ru

Ustin A. — Postgraduate student, N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk
ustinam95@yandex.ru

Vavanov D. — Lecturer, Moscow State University of Civil Engineering

Veisman P. — Bauman Moscow State Technical University
wepal@mail.ru

Voronin N. — Director of the Medical Institute of TSU named after G.R. Derzhavin, doctor-cardiologist, Tambov
nikita-tmb@yandex.ru

Yaitsky A. — Senior lecturer, Samara State University of Social Sciences and Education
yaitsky@sgspu.ru

Zakharov N. — PhD in Biology, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Engineering Technological University»
zaxarov1602@yandex.ru

Zasyadkin I. — Assistant, Bashkir State Medical University

Zhang Xinliang — Graduate student, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
zx10620@yandex.ru

Zinkina A. — Postgraduate student, Samara State Medical University
anna-zinkina@mail.ru

Zolotnikova G. — Doctor of medical sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bryansk State University named after I.G. Petrovsky»
gpzolot15@yandex.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет 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).