

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 6 2018 (ИЮНЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

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

E-mail: redaktor@nauteh.ru
<http://www.nauteh-journal.ru>
<http://www.vipstd.ru/nauteh>

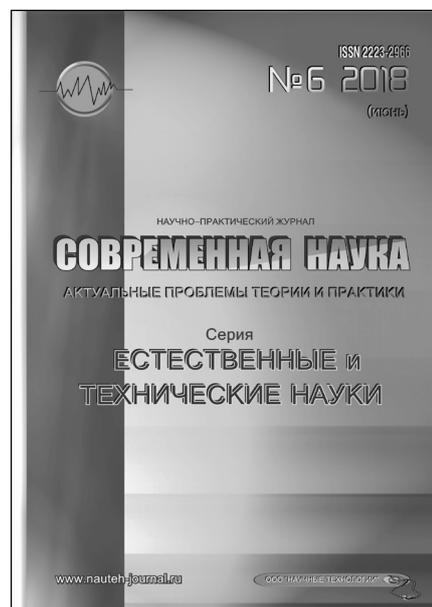
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

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



В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 20.06.2018 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Джаубермезов М. А., Екомасова Н. В., Литвинов С. С., Габидуллина Л. Р., Хуснутдинова Э. К. — Восточноевразийская гаплогруппа R1b-M478 в популяции балкарцев по данным Y-STR
Dzhaubermezov M., Ekomasova N., Litvinov S., Gabidullina L., Khusnutdinova E. — Eastern Eurasian haplogroup R1b-M478 in the Balkarian population according to Y-STR 6

Дрябжинский О. Е., Зубкова В. М., Пугачёва Т. Г. — Биоиндикационные свойства дождевых червей в условиях применения противогололедных реагентов
Dryabzhinskiy O., Zubkova V., Pugacheva T. — Bioindication properties of earthworms in the conditions of application of anti-ice reagents 11

Метечко Л. Б., Шаталова М. Ю., Сердобинцев А. С., Авдеева Н. А., Мельников И. В. — Проблемы техногенного воздействия типового аэропорта на окружающую среду
Metechko L., Shatalova M., Serdobintsev A., Avdeeva N., Melnikov I. — Problems of technogenic impact of the model airport on the environment 18

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Мкртчян В. И. — Настройка фильтра Калмана для оценивания ошибки БИНС по курсу
Mkrtchyan V. — Kalman filter adjustment for estimation of the SINS azimuth error 24

Шипуля Н. Д. — Разработка микрофлюидного датчика дифференциального давления высокой точности
Shipulya N. — Development of a high-precision microfluidic differential pressure sensor 29

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Жадан О. П., Кривцов С. П., Хамдан Мохамед Рибхи Ас'ад, Байсаитов Г. Н., Абд Аль Кадар Ахмед Ясин — Модель функционирования транспортной сети связи в условиях потока отказов и воздействия дестабилизирующих факторов
Gadan O., Krivtsov S., Hamdan Mohammed Ribhi As Hell, Baiseitov Gh., Abd Al-Qadar Ahmed Yassin — Model of functioning of a transport network of communication in the conditions of a stream of failures and influence of destabilizing factors 33

Жадан О. П., Кривцов С. П., Хамдан Мохамед Рибхи Ас'ад, Байсаитов Г. Н., Абд Аль Кадар Ахмед Ясин — Основные методологические вопросы по формированию морфологической структуры транспортной сети связи на этапах планирования и реконфигурации в рамках задач управления
Gadan O., Krivtsov S., Hamdan Mohammed Ribhi As Hell, Baiseitov Gh., Abd Al-Qadar Ahmed Yassin — The main methodological issues on the formation of the morphological structure of the transport network at the stages of planning and reconfiguration in the framework of management tasks. 38

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Голодков Ю. Э., Голодкова А. В. — Анализ возможных методов обеспечения информационной безопасности для малых предприятий
Golodkov Yu., Golodkova A. — Analysis of possible methods of ensuring information security for small enterprises 42

Евневич Е. Л. — Анализ тенденций развития искусственных когнитивных систем
Yevnevich E. — Analysis of trends in the development of artificial cognitive systems 45

Зарученко А. А., Танкаян А. И., Тюнин Е. Б., Кондратьев В. Ю. — Методология Lean Startup как итеративная стратегия выпуска продукта
Zaruchenko A., Tankayan A., Tunin E., Kondratiev V. — The Lean Startup methodology as iterative strategy of product release 52

Калистратов А. П., Афанасьев Г. И. — Подход к реализации моделирования производительности вычислительной системы
Kalistratov A., Afanasyev G. — Approach to implementation of modeling the performance of computer system 58

Каманде М. В., Чубахино А. — Виртуальные вычислительные сети для контейнеров
Kamande M., Cubahiro A. — Virtual Computing Networks for Containers 63

Ковальский С. П. — Определение параметров системы неравномерного кодирования <i>Kovalsky S.</i> — Determination of parameters of system of uneven coding69	Новиков П. В. — Увеличение объёма используемой оперативной памяти компьютера при наследовании классов в объектно-ориентированном программировании <i>Novikov P.</i> — Increase of the amount of RAM used by class inheritance in object-oriented programming116
Корнеев А. М., Суханов А. В. — Структура системы принятия решений по управлению процессом формирования химического состава отливок из чугуна <i>Korneyev A., Sukhanov A.</i> — Structure of the decision-making system for management of the process chemical composition of castings from the iron73	Ромашкова О. Н., Пономарева Л. А., Василюк И. П. — Автоматизация процесса управления рейтингом российских университетов <i>Romashkova O., Ponomareva L., Vasilyuk I.</i> — Process automation management rating of Russian universities123
Костиков Ю. А., Мокряков А. В., Павлов В. Ю., Терновсков В. Б. — Моделирование пространственной структуры аэромобильной коммуникационной сети <i>Kostikov Yu., Mokryakov A., Pavlov V., Ternovskov V.</i> — Modeling of space structure an aeromobile communication network78	Рыбак В. А., Ганбари З., Рябычина О. П. — Перспективы применения новейших информационных технологий в экологической диагностике, распознавании образов и томографии <i>Rybak V., Ganbari Z., Riabychina O.</i> — Prospects for applying the latest information technologies in environmental diagnostics, pattern recognition and tomography130
Ляпин А. М. — Интеллектуальный анализ коротких сообщений для управления дорожно-транспортной инфраструктурой <i>Lyapin A.</i> — Intelligent analysis of short messages for road infrastructure management82	Самарин И. В., Фомин А. Н. — Стратегическое государственное планирование: автоматизация процесса оценки рациональных уровней финансирования национальной обороны <i>Samarin I., Fomin A.</i> — Strategic public planning: automation of the process of assessing the rational levels of funding for national defense136
Маркевич А. В., Сидоренко В. Г. — Анализ опыта внедрения автоматизированных информационно-управляющих систем на промышленном предприятии <i>Markevich A., Sidorenko V.</i> — Analysis of the implementation experience of automated information-management systems in industrial plans88	Чикрин Д. Е., Малюгина А. А., Державин Д. В., Егорчев А. А. — Автоматическая оценка и предобработка изображений видеопотока для задач машинного зрения <i>Chickrin D., Malyugina A., Derjavin D., Egorchev A.</i> — Automatic video stream images evaluation and preprocessing for machine vision tasks145
Микитчук А. А. — Разработка языка дополненной виртуальности для игровых приложений на основе теории формальных языков и грамматик <i>Mikitchuk A.</i> — Development of language of augmented virtuality for game applications based on formal language and grammar theory98	Чубахири А., Каманде М. В. — Виртуальные вычислительные сети для случая аппаратной виртуализации <i>Cubahiro A., Kamande M.</i> — Virtual computing networks for hardware virtualization.158
Нгуен Тхань Шон, Рыбников С. И. — Аналитическое конструирование системы автоматического управления углом крена среднемагистрального самолета с упругим крылом по вариативному критерию <i>Nguyen Thanh Son, Ribnhikov S.</i> — Analytical design of the automatic control system of the roll angle of the medium-haul aircraft with an elastic wing according to the variable criterion104	Ягунов С. А., Мезенцев А. В. — Математический анализ скорости звука водорода для уравнения состояния в случае перехода из молекулярной фазы в атомарную <i>Yagupov S., Mezentsev A.</i> — Mathematical analysis of the speed of sound of hydrogen for the equation of state in the case of transition from molecular phase to atomic164
Никитенко А. В. — О структуре и критериях эффективности информационной системы <i>Nikitenko A.</i> — On the structure and efficiency criteria in information system112	

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

- Андреева Е. А., Андреева Е. И.** — Метаболический синдром как одна из основных проблем современной медицины
Andreeva E., Andreeva E. — Metabolic syndrome as one of the main problems of modern medicine.170
- Гендугова О. М., Хулаев И. В., Нагоева Э. А., Бозиева Д. С., Жемухова А. А.** — Первичная профилактика стоматологических заболеваний у детей в г. Нальчике
Gendugova O., Hulaev I., Nagoeva E., Bozieva D., Zhetukhova A. — Primary prophylaxis of stomatologic diseases at children in Nalchik.175
- Жарова Е. Ю.** — Отдельные аспекты внутренней картины болезни у детей и подростков, страдающих детским церебральным параличом
Zharova E. — Some aspects of internal picture of the disease in children and adolescents with cerebral palsy178
- Корягина Н. А., Авдеев А. В., Мелехова О. Б., Шадрин А. А., Прохоров К. В., Наумов С. А.** — Использование бетаблокаторов в лечении артериальной гипертензии
Koriagina N., Avdeev A., Melekhova O., Shadrin A., Prokhorov K., Naumov S. — Beta-blockers in the treatment of arterial hypertension.183
- Корягина Н. А., Желобов В. Г., Авдеев А. В., Мелехова О. Б., Прохоров К. В.** — Оценка сердечно-сосудистой системы у трудоспособных женщин с гипертензией в зависимости от уровня эстрадиола
Koriagina N., Zhelobov V., Avdeev A., Melekhova O., Prokhorov K. — Evaluation of the cardiovascular system in women with hypertension, depending on the level of estradiol188
- Кубиддинов А. Ф., Тагожонов З. Ф., Саидов Д. С., Одинаев А. А.** — Коррекция нарушений гемостаза при толстокишечных кровотечениях в практике реанимационно-трансфузиологической бригады с лабораторией гемостаза
Qubiddinov A., Tagozhonov Z., Saidov Ju., Odinaev A. — Correction of homeostasis disturbance of large intestinal bleeding in the practice of resuscitation transfusion crew with homeostasis laboratory194
- Кубиддинов А. Ф., Саидов Д. С., Тагожонов М. З., Одинаев А. А.** — Коррекция нарушений гемостаза у родильниц при акушерских кровотечениях на практике выездной реанимационно-трансфузиологической бригады с лабораторией гемостаза
Qubiddinov A., Saidov Ju., Tagozhonov M., Odinaev A. — Correction of homeostasis disturbance of puerperants with obstetrics bleeding in the practice of resuscitation transfusion crew with homeostasis laboratory. 199
- Оморов Р. А., Айтбаев С. А., Абдиев А. А., Каниетов А. К., Сапаров С., Калматов Р. К.** — Результаты повторных операций при внутрибрюшных кровотечениях и желчеистечении
Omorov R., Aytbaev S., Abdiev A., Kanietov A., Saparov S., Kalmatov R. — The results of reoperations with intra-abdominal hemorrhage and bile leakage205
- Пулю Д. А., Соколович Н. А.** — Доказательство эффективности электронного экстрактора – основание для выбора нового прибора
Puiu D., Sokolovich N. — Evidence of the effectiveness of electronic extractor – the basis for the selection of a new device.209
- Стяжкина С. Н., Дударев В. М., Балобанова А. С., Николаев Д. В.** — Характеристика и клиническое значение сопутствующей патологии у больных с полипами толстого кишечника
Styazhkina S., Dudarev V., Balobanova A., Nikolaev D. — Characteristics and clinical value of accompanying pathology in patients with colon polyps 213
- Сухоручко С. В.** — Соматизированная депрессия
Sukhoruchko S. — Somatic Depression217
- Тимербулатов М. В., Гимаев Э. Ф., Субхангулов З. М., Гришина Е. Е., Гарифуллин Б. М.** — Сравнительная оценка видеоэндоскопических и открытых доступов при адrenaлэктомии
Timerbulatov M., Gimayev E., Subkhangulov Z., Grishina E., Garifullin B. — Comparative evaluation of video endoscopic and open approaches for adrenalectomy222
- Умалатова М. И., Лефитов Г. М., Махачев Б. М.** — Пузырно-мочеточниковый рефлюкс у детей: клиника, диагностика и подходы к терапии
Umalatova M., Lefitov G., Mahachev B. — Vesicoureteral reflux: presentation, diagnostics and treatment230

ИНФОРМАЦИЯ

Наши авторы. Our Authors.234

Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале238

ВОСТОЧНОЕВРАЗИЙСКАЯ ГАПЛОГРУППА R1B-M478 В ПОПУЛЯЦИИ БАЛКАРЦЕВ ПО ДАННЫМ Y-STR*

EASTERN EURASIAN HAPLOGROUP R1B-M478 IN THE BALKARIAN POPULATION ACCORDING TO Y-STR

M. Dzhaubermezov
N. Ekomasova
S. Litvinov
L. Gabidullina
E. Khusnutdinova

Summary. In view of the fact that the Caucasus is located on the border between Europe and Asia, the peoples living in this region have been influenced by different cultures during different historical periods. Among the Balkarians, 5 sub-ethnic groups are singled out: Baksarians, Chegemians, Holams, Bezengievs and Malkars. Balkars Turkic-speaking people inhabiting mountainous and sub-mountainous areas of the central part of the North Caucasus. The number of Balkars in Russia 112.900 people.

The material for the study was the DNA samples of Balkarians, mostly representatives of the sub-ethnos Chegem, isolated from the whole blood of unrelated individuals. 23 Y-STR were genotyped using the PowerPlex® Y23 system (Promega). The GeneMapper®ID software, version 3.0 (Life Technologies™) was used to determine the size of fragments. Evolutionary trees were generated using Network 4.6. The analysis of the main components (SAR) is built in XLSTAT 2017 (www.xlstat.com).

An analysis of the genetic diversity of the population of Balkarians living in the central part of the North Caucasus region was carried out according to data on Y-STR (Short tandem repeats). 13.6% of the population were referred to the haplogroup R1b-M343, of which 11.5% to one of its branches is R1b-M478. We performed haplotyping of samples related to haplogroup R1b-M478. As a result of the construction of the median network, clustering of Balkarians with Megrelians and Karachais was shown, as well as their removal from other studied individuals, including Turkic-speaking Bashkirs, Tatars, and geographic neighbors-Kabardians. To assess the genetic relationship according to Y-STR between Balkarians and other populations studied, we analyzed the main components. According to the results of this analysis, the clustering of Balkarians, Karachais and Megrel has been preserved, which indicates their genetic relationship. DYS390 mutates at a very low rate and the absence of a microsatellite repeat equal to 22 outside the Caucasus, perhaps, speaks about its confinement to this region.

Keywords: Balkarians, Y-chromosome, Y-STR, median network, principal component analysis.

Джаубермезов Мурат Алиевич
Аспирант, Башкирский государственный
университет
muratkbr12@gmail.com

Екомасова Наталья Владимировна
К.б.н., доцент, Башкирский государственный
университет
trofimova_nata@mail.ru

Литвинов Сергей Сергеевич
К.б.н., с.н.с., Институт биохимии
и генетики — обособленное структурное подразделение
ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского
центра РАН
seregtg@gmail.com

Габидуллина Лилия Рафисовна
Башкирский государственный университет
liliya.gab@gmail.com

Хуснутдинова Эльза Камилевна
Д.б.н., профессор, Башкирский государственный
университет, Институт биохимии
и генетики — обособленное структурное подразделение
ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского
центра РАН
elzakh@mail.ru

Аннотация. Проведён анализ генетического разнообразия популяции балкарцев проживающих в центральной части Северо-Кавказского региона по данным о Y-STR (Short tandem repeats). Выявлено 13,6% населения относящиеся к гаплогруппе R1b-M343, из которых 11,5% к одной из её ветвей — R1b-M478. Нами проведено гаплотипирование образцов относящихся к гаплогруппе R1b-M478. В результате построения медианной сети была показана кластеризация балкарцев с мегрелами и карачаевцами, а также их удаление от остальных изученных индивидов в том числе от тюркоязычных башкир, татар, а также географических соседей — кабардинцев. Для оценки генетического взаимоотношения по данным Y-STR между балкарцами и другими изученными популяциями, нами был проведен анализ главных компонент. По результатам данного анализа кластеризация балкарцев, карачаевца и мегрела сохранилась, что говорит об их генетическом родстве.

Ключевые слова: балкарцы, Y-хромосома, Y-STR, медианная сеть, анализ главных компонент.

Для исследователей территория Кавказа представляет собой музей исторических, этнографических и археологических сокровищ не уступающий другим регионам мира [1]. Главным из этих сокровищ является этническое и лингвистическое разнообразие территории Кавказа. Одной из неразгаданных загадок историографии данного региона является вопрос появления в наиболее высокогорных районах центральной части Северного Кавказа тюркоязычного населения. Таким образом, популяция балкарцев является во многом той самой загадкой, разгадать которую пытаются теперь и генетики. Генофонд балкарцев был подвергнут всестороннему изучению с использованием как однородительских, так и аутосомных маркеров [2–10]. К сожалению, большинство из этих исследований было проведено при помощи маркеров Y-SNP с довольно низким филогенетическим разрешением, а также с отсутствующими данными Y-STR. В нашей недавней работе посвящённой изучению генетической характеристики балкарцев и карачаевцев по данным об изменчивости Y-хромосомы мы обнаружили и попытались описать многие до того не обнаруженные гаплогруппы в Y-хромосомном пуле балкарцев [10]. Так, среди известной ранее, но детально не изученной гаплогруппы в данной популяции является гаплогруппа Y-хромосомы R1b-M478. Гаплогруппа R1b-M73, (маркер M478 является филогенетическим аналогом M73) с максимальными частотами ранее обнаружена среди абзелиловских башкир (55%) и хазарейцев (32%) [11–13]. Отличительной особенностью данного субкластера является сравнительно недавнее общее родство его представителей и приуроченность этой ветви гаплогруппы R1b-M343 к Азиатскому континенту [14].

Особый интерес для популяции балкарцев эта гаплогруппа представляет в связи с тем, что с максимальными частотами она выявлена в этнотерриториальной группе чегемцев, жителей Чегемское ущелья Балкарии, а также её максимальная частота среди всех популяций Кавказа [5, 10].

Целью работы является определение гаплотипов балкарцев с гаплогруппой R1b-M478 и сравнение их с представителями других народов Кавказа, Волго-Уральского региона и сопредельных районов.

Материалы и методика исследования

Материалом для исследования служили образцы ДНК балкарцев, в основном представителей субэтнуса чегем, выделенные из цельной крови неродственных индивидов. Забор крови осуществлялся после подписания информированного согласия на участие в науч-

ном исследовании у мужчин достигнувших 18-летнего возраста и заполнивших анкеты с указанием предков до третьего поколения.

Забор венозной крови производили в местах компактного проживания балкарцев, а именно в Чегемском, Черекском, Эльбрусском районах, а также в городе Нальчик. Также были задействованы выборки из генетического банка Института биохимии и генетики Уфимского Научного Центра (ИБГ УНЦ РАН).

Диаллельные маркеры. Для определения гаплогрупп Y хромосомы и проведения дальнейшей работы с образцами относящимися к гаплогруппе R1b, были проанализированы в иерархическом порядке следующие маркеры нерекombинирующей области Y-хромосомы: M9, M269, M412, L23, Z2105 и M478.

Гаплогруппы Y-хромосомы определялись согласно обновленной классификации консорциума по изучению Y-хромосомы (YCC) [15–17]. Исследование полиморфизма диаллельных локусов Y-хромосомы производилось с использованием ПЦР с последующим ПДРФ анализом. ПДРФ анализ проводился с помощью эндонуклеаз рестрикции «Fermentas» (Литва) и «СибЭнзим» (Россия).

Микросателлитные локусы (DYS19, DYS385, DYS389 I, DYS389 II, DYS390, DYS391, DYS392, DYS393, DYS437, DYS438, DYS439, DYS448, DYS456, DYS458, DYS481, DYS533, DYS549, DYS570, DYS576, DYS635, DYS643, YGATAH4) были проанализированы на секвенаторе Applied Biosystems 3730xl.

23 Y-STR были генотипированы с использованием системы PowerPlex[®]Y23 (Promega). Каждый образец амплифицировали в 5 мкл объема, содержащего 1 мкл Reaction Mix, 0,5 мкл PowerPlex[®]Y23 10X Primer Pair Mix и 0,5 мкл ДНК. Использовали следующие условия амплификации: начальную денатурацию проводили при 96 °C в течение 2 мин, 30 циклов амплификации: 94 °C в течение 10 с, 61 °C в течение 1 мин и при 72 °C — 30 с. с последующим 20-ти минутным удержанием при 60 °C и конечными 4 °C. Образцы готовили для разделения и анализа путем добавления 0,5 мкл разбавленного в соотношении 1:20 амплифицированного образца, 9,5 мкл Hi-Fi[™]Formamide и 0,35 мкл CC5 Internal Lane Standard 500 (ILS), а также добавляли 1 мкл allelic ladder («аллельная лестница»).

Статистические методы. Программное обеспечение GeneMapper[®]D, версия 3.0 (Life Technologies[™]) использовалось для определения размеров фрагментов. Эволюционные деревья генерировали при помощи Network 4.6. Анализ главных компонент (PCA) построен в XLSTAT 2017 (www.xlstat.com).

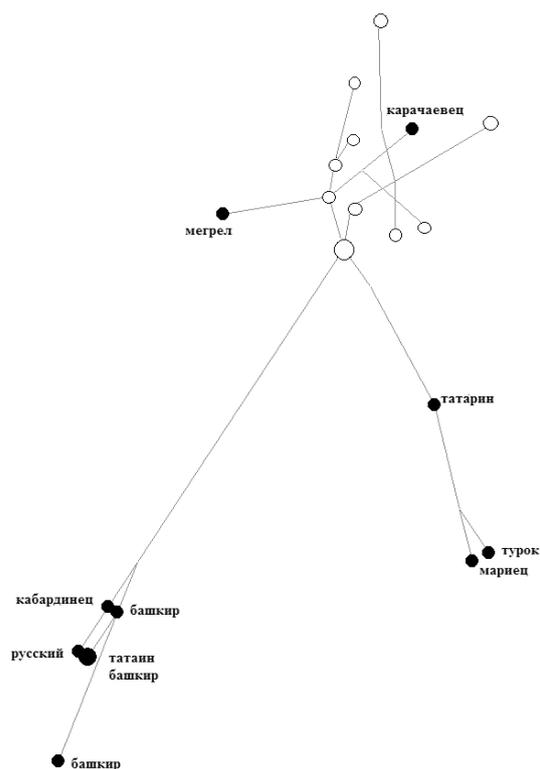


Рис. 1. Медианная сеть по данным STR-гаплотипов гаплогруппы R1b-M478.
 ○ — обозначены балкарцы

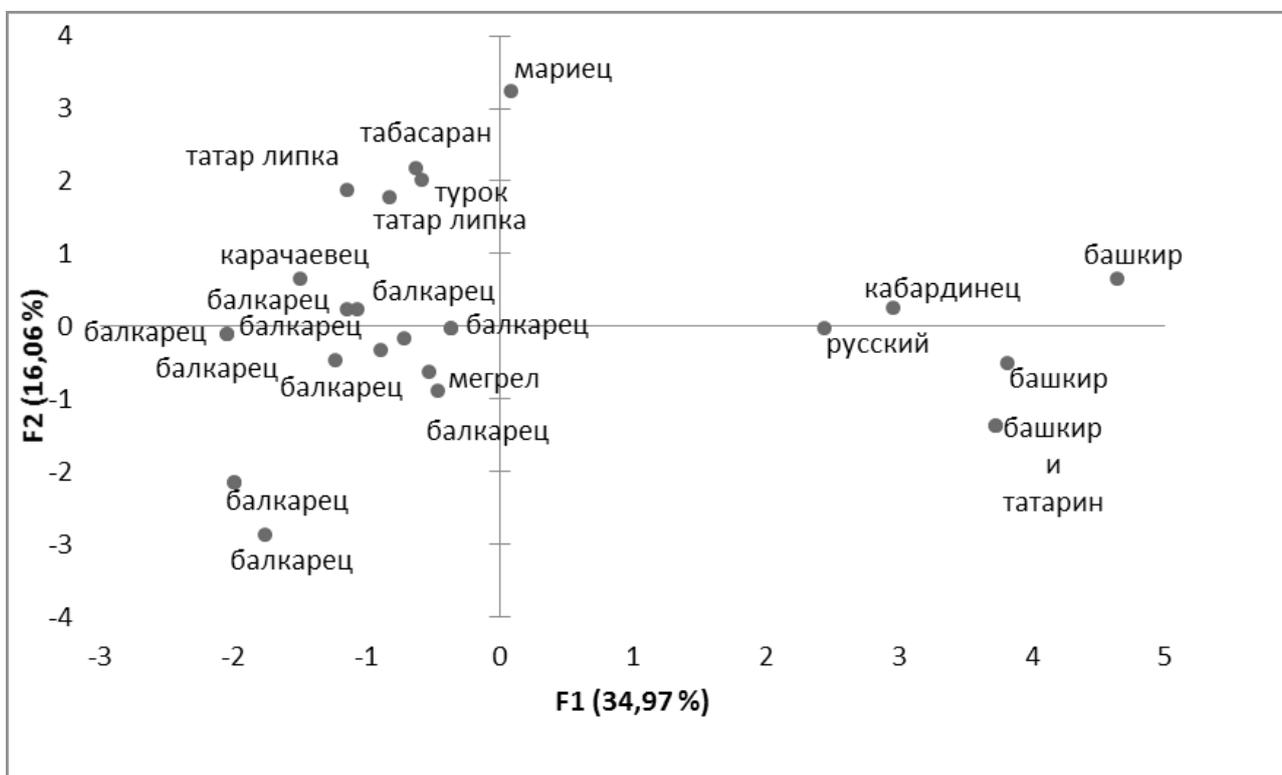


Рис. 2. Положение исследованных популяций в пространстве первых двух главных компонент (PCA) по данным Y-STR.

Результаты исследования и обсуждение

Как уже было сказано, нами был проанализирован филогенетически эквивалентный маркера M73, маркер M478. Было выявлено, что частота R1b-M478 особенно велика в субпопуляции чегемцев, где составляет 32,2%, а в общем, по балкарцам составляет 11,5% [10]. Для определения характера взаимосвязи гаплотипов R1b-M478 в выборке балкарцев (главным образом чегемцев) мы построили медианную сеть по данным STR-гаплотипов (рис. 1). Все образцы, принадлежащие к субпопуляциям балкарцев, оказались крайне схожи и при построении медианной сети (рис. 1.) формировали общий генетический кластер, свидетельствующий в пользу генетического родства изученных субэтносов между собой. Кроме того, важно отметить, что в данный кластер входят также и принявшие участие в нашем исследовании образцы мегрела и карачаевца. Зная о высокой частоте R1b-M478 среди балкарцев, достигающей 32,2% в субпопуляции чегемцев, единственный образец с данной гаплогруппой в выборке (N=140) кабардинцев [5] по всей видимости, можно было бы связать с балкарским влиянием. В связи с этим особый интерес вызывает удаление кабардинца от общекавказского кластера и сближение его с русским, татаринном и башкирами, что говорит о его ином генетическом происхождении, нежели другие изученные в данной работе представители Кавказа. Это отличие в первую очередь можно объяснить разницей в микросателлитном локусе DYS390. DYS390 мутирует с очень низкой скоростью и отсутствие микросателлитного повтора равного 22 за пределами Кавказа, возможно, говорит о его приуроченности к этому региону. Отличие балкарцев обнаруживаются и среди более быстомутирующих локусов. Так, микросателлитный локус DYS458 с повторяющимся мотивом AAAG является более вариабельным и число замен на позицию в год составляет 9.20×10^{-3} [18], что объясняет существенный разброс данных среди популяций, проживающих на значительном географическом расстоянии друг от друга.

Для того чтобы оценить генетические взаимоотношения по данным Y-STR между балкарцами и другими изученными популяциями, нами также был проведен анализ главных компонент, где первые две главные компоненты объединяют 51,04% общего разнообразия (рис. 2). В этот анализ помимо представленных выше образцов были включены два образца из работы посвященной татарам республики Беларусь, а также представитель Северо-Восточного Кавказа [5, 19]. Выявленное путем построения медианной сети объединение балкарцев, карачаевца и мегрела сохранилась и в данном случае, также как и кабардинца с русским и немного более отдаленное расположение представителей Волго-Уральского региона: башкир и татар. Особый интерес вызвала кластеризация татар липка и табасарана из республики Дагестан, расположившихся на небольшом удалении от балкарцев вдоль второй, менее значимой компоненты. Данное сближение, в том числе можно объяснить, учитывая выявленное общее значение у балкарцев и татар липка по микросателлитному локусу DYS390 и в тоже время его отличие от башкир [14, 19].

Выводы

Как уже было отмечено, частота гаплогруппы R1b-M478 особенно велика в группе чегемцев, где достигая 32,2%, демонстрирует одну из максимальных известных на настоящее время частот среди всех мировых популяций. Данный факт, опираясь на микросателлитное разнообразие, говорит о наличии древнего эффекта основателя. Важно отметить, что общее содержание восточноевразийского компонента в субэтнотипе чегем показывая внушительные 37,3% немного уступает лишь заведомо азиатской по происхождению популяции карногайцев (52,63%) и превосходит данные по кубанским ногайцам (17,25%). Наличие данной гаплогруппы в изучаемой популяции, возможно, является следствием заселения Центрального Кавказа носителями тюркского языка.

Исследование поддержано РФФИ (грант № 17-44-020748 p_a) и программой поддержки биоресурсных коллекций ФАНО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мизиев И. М. История Балкарии и Карачая с древнейших времен до походов Тимура. Нальчик, 1996.
2. Bulayeva K, Jorde L, Ostler C, Watkins S., Bulayev O., Harpending H. Genetics and population history of Caucasus populations // *Hum. Biol.* 2003. V. 75(6). P. 837–853.
3. Roostalu U., Kutuev I., Loogvali E-L., Metspalu E, Tambets K., Reidla M., et. al. Origin and Expansion of Haplogroup H, the Dominant Human Mitochondrial DNA Lineage in West Eurasia: the Near Eastern and Caucasian Perspective // *Mol. Biol. Evol.* 2007. V. 24. № 2. P. 436–448. doi: 10.1093/molbev/msl173
4. Кутуев И.А., Боготова З. И., Хусаинова Р. И., Валиев Р. И., Виллемс Р., Хуснутдинова Э. К. Изучение линий мтДНК в популяциях кабардинцев и балкарцев // *Медицинская генетика.* 2009. № 11. С. 10–15.
5. Кутуев, И.А., Хуснутдинова Э. К. Генетическая структура и молекулярная филогеография народов Евразии. Уфа: Гилем, 2011. 239 с.
6. Yunusbayev B., Metspalu M., Jarve M., Kutuev I., Rootsi S., Metspalu E., et al. The Caucasus as an asymmetric semipermeable barrier to ancient human migrations // *Mol. Biol. Evol.* 2012. V. 29. № 1. P. 359–365. doi: 10.1093/molbev/msr221

7. Хуснутдинова Э. К., Литвинов С. С., Кутуев И. А., Юнусбаев Б. Б., Хусаинова Р. И., Ахметова В. Л., и др. Генофонд этнических групп Кавказа по данным комплексного исследования Y-хромосомы, митохондриальной ДНК и полногеномного анализа // Генетика. 2012. Т. 48. № 6. С. 750–761.
8. Схаляхо Р. А. Тюрки Кавказа: сравнительный анализ генофондов по данным о Y-хромосоме // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2013. № 2. С. 34–48.
9. Кутуев И. А., Литвинов С. С., Хусаинова Р. И., Юнусбаев Б. Б., Виллемс Р., Хуснутдинова Э. К. Генетическая структура и молекулярная филогеография популяций кавказа по данным Y-хромосомы // Медицинская генетика. 2010. Т. 9. № 3. С. 18–25.
10. Джаубермезов М. А., Екомасова Н. В., Литвинов С. С., Хусаинова Р. И., Ахметова В. Л., Балинова Н. В., и др. Генетическая характеристика балкарцев и карачаевцев по данным об изменчивости Y-хромосомы // Генетика. 2017. Т. 53, № 10. С. 1224–1231. doi: 10.7868/S0016675817100034
11. Cinnioglu S., King R., Kivisild T., Kalfoglu E., Atasoy S., Cavalleri G. L., et al. Excavating Y-chromosome haplotype strata in Anatolia // Hum. Genet. 2004. V. 114(2). P. 127–148. doi: 10.1007/s00439-003-1031-4
12. Sengupta S., Zhivotovskiy L. A., King R., Mehdi S. Q., Edmonds C. A., Chow C. E., et al. Polarity and temporality of high-resolution y-chromosome distributions in India identify both indigenous and exogenous expansions and reveal minor genetic influence of Central Asian pastoralists // Am. J. Hum. Genet. 2006. V. 78. № 2. P. 202–221. doi: 10.1086/499411
13. Трофимова Н. В., Литвинов С. С., Хусаинова Р. И., Пенкин Л. Н., Ахметова В. Л., Ахатова Ф. С., и др. Генетическая характеристика популяций Волго-Уральского региона по данным об изменчивости Y-хромосомы // Генетика. 2015, Т. 51. № 1. С. 120–127. doi: 10.7868/S0016675814120133
14. Myres N. M., Rootsi S., Lin A. A., Järve M., King R. J., Kutuev I., et al. A major Y-chromosome haplogroup R1b Holocene era founder effect in Central and Western Europe // Eur. J. Hum. Genet. 2011. V. 19 № 19. P. 5–101. doi: 10.1038/ejhg.2010.146
15. Karmin M., Saag L., Vicente M., Wilson Sayres M. A., Järve M., Talas U. G., et al. A recent bottleneck of Y chromosome diversity coincides with a global change in culture // Genome Res. 2015. V. 25(4). doi: 10.1101/gr.186684.114
16. YCC. A nomenclature system for the tree of human Y-chromosomal binary haplogroups // Genome Res. 2002. V. 12. № 2. P. 339–348.
17. Karafet T. M., Mendez F. L., Meilerman M. B., Underhill P. A., Zegura S. L., Hammer M. F. New binary polymorphisms reshape and increase resolution of the human Y chromosomal haplogroup tree // Genome Res. 2008. V. 18. № 5. P. 830–838. doi: 10.1101/gr.7172008
18. Willems T., Gymrek M., Poznik G. D., Tyler-Smith C., The 1000 Genomes Project Chromosome Y Group, Erlich Y. Population-Scale Sequencing Data Enable Precise Estimates of Y-STR Mutation Rates // Am J Hum Genet. 2016 May 5; 98(5): 919–933.
19. Pankratov V., Litvinov S., Kassian A., Shulhin D., Tchibotarev L., Yunusbayev B., et al. East Eurasian ancestry in the middle of Europe: genetic footprints of Steppe nomads in the genomes of Belarusian Lipka Tatars // Sci Rep. 2016. Vol. 6. 30197. doi: 10.1038/srep30197

© Джаубермезов Мурат Алиевич (muratkb12@gmail.com), Екомасова Наталья Вадимовна (trofimova_nata_@mail.ru),
Литвинов Сергей Сергеевич (seregtg@gmail.com), Габидуллина Лилия Рафисовна (liliya.gab@gmail.com),
Хуснутдинова Эльза Камилевна (elzakh@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Башкирский государственный университет

БИОИНДИКАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ

BIOINDICATION PROPERTIES OF EARTHWORMS IN THE CONDITIONS OF APPLICATION OF ANTI-ICE REAGENTS

*O. Dryabzhinskiy
V. Zubkova
T. Pugacheva*

Summary. A large number of economic facilities are located in and around Moscow. In addition, in Russian cities there is a need to treat areas of the urboecosystem anti-ice reagents (AIR). AIR exacerbates the difficult environmental situation in the city. The purpose of our research was to identify the indicator capabilities of earthworms depending on the intensity of pollution of snow cover and soil, the establishment of the relationship between the content of heavy metals (HM) in snow water and earthworms. During the study, all samples recorded a significant excess of the snow water content of the components of AIR compared to their content in the background.

Keyword: anti-ice reagents, earthworms, snow, soil, heavy metals, correlation analysis.

Дрябжинский Олег Евгеньевич

*Аспирант, Российский Государственный Социальный
Университет (г. Москва)
electric11234@gmail.com*

Зубкова Валентина Михайловна

*Д.б.н., профессор, Российский Государственный
Социальный Университет (г. Москва)
vmzubkova@yandex.ru*

Пугачёва Тамара Геннадьевна

*К.б.н., Российский Государственный Социальный
Университет (г. Москва)
malanichevatg@mail.ru*

Аннотация. В Москве и на прилегающих к ней территориях расположено большое количество хозяйственных объектов. Помимо этого, в Российских городах существует необходимость в обработке участков урбоэкосистемы противогололёдными реагентами. ПГР усугубляют сложную экологическую обстановку в городе. Целью наших исследований явилось выявление индикаторных возможностей дождевых червей в зависимости от интенсивности загрязнения снегового покрова и почвы, установление зависимости между содержанием тяжёлых металлов в снеговой воде и дождевых червях. В ходе исследования во всех образцах зафиксировано значительное превышение содержания в снеговой воде рассматриваемых компонентов ПГР по сравнению с их содержанием на фоновом участке.

Ключевые слова: Противогололёдные реагенты, дождевые черви, снеговой покров, почва, тяжёлые металлы, корреляционный анализ.

Введение

Россия по климатическим показателям — одна из самых суровых стран. Характерным для неё является длительный зимний период, включающий гололедицу, вызванную частыми перепадами температур, поэтому в Российских городах существует необходимость в обработке участков урбоэкосистемы противогололёдными реагентами (ПГР).

С экологической точки зрения город является экосистемой, сформированной под влиянием взаимодействия хозяйственных и природных факторов. Как компонент урбоэкосистемы, человек через группу хозяйственных факторов влияет на ее состояние.

В Москве и на прилегающих к ней территориях расположено большое количество хозяйственных объектов, имеющих общегосударственное значение: промышленные предприятия различных отраслей машиностроения и металлообработки (включая объекты военно-промышленного комплекса), энергетики, химии и нефтехими-

ии, легкой и пищевой промышленности, производства строительных материалов.[3]

Так, только на территории ЮЗАО расположено 5 промышленных зон: «Бутово», «Воронцово», «Донские улицы», «Теплый стан», «Черемушки». Хозяйственная деятельность создает колоссальную нагрузку на окружающую среду.

ПГР усугубляют сложную экологическую обстановку в городе, оказывая систематическое негативное воздействие на компоненты природной среды.[4] ПГР представляют собой химически активные вещества, отрицательно влияющие на здоровье горожан, способствующие коррозии машин и металлических конструкций, разрушающие здания и исторические памятники.[6]

Однако токсичность ПГР в основном проявляется при их ненормированном распределении, которое в свою очередь в связи с рядом показателей (резкие перемены климата, толщина ледяного слоя, «кусовой разброс»), проявляется в большинстве городов России.[2]

Таблица 1. Содержание ТМ в ПГР

Элемент	мг/кг	одна обработка, мг/м ²	130 обработок, мг/м ²
цинк	0,8	0,034	4,37
свинец	0,1	0,004	0,55
медь	1,6	0,067	8,74
кадмий	0,07	0,003	0,38
хром	1,5	0,063	8,19

Таблица 2. Содержание загрязнителей в пробах снеговой воды, мг/дм³

Элемент	ул. Академика Глушко, д. 12	ул. Коктебельская, д. 8	ул. Генерала Тюленева, д. 5, к.1	оопт
хлориды	5824,6 ± 439,75	4123,6 ± 397,67	5159,7 ± 459,27	12,4 ± 0,35
калий	3,4 ± 0,33	3,24 ± 0,28	2,19 ± 0,09	0,6 ± 0,02
кальций	688 ± 51,94	441,1 ± 26,74	742,7 ± 52,36	10,33 ± 0,26
магний	1 ± 0,05	3,76 ± 0,14	1 ± 0,08	1 ± 0,04
натрий	2833,3 ± 259,68	2041,5 ± 58,85	2127,6 ± 62,97	5,2 ± 0,23
цинк	0,032 ± 0,002	0,031 ± 0,002	0,042 ± 0,003	0,01 ± 0,001
свинец	0,005 ± 0,0005	0,003 ± 0,0003	0,004 ± 0,0004	0,001 ± 0,0001
медь	0,008 ± 0,0006	0,004 ± 0,0003	0,005 ± 0,0004	0,001 ± 0,0001
кадмий	0,003 ± 0,0001	0,001 ± 0,00005	0,002 ± 0,0001	0,0003 ± 0,00001
хром	0,003 ± 0,0003	0,001 ± 0,0001	0,002 ± 0,0002	0,0004 ± 0,00004
Zc	1112,56	783,94	917,67	1

Наряду с традиционными компонентами с ПГР могут поступать такие суперэкоксиканты как тяжелые металлы. Учитывая их содержание в ПГР, дозу внесения последних и среднее количество обработок территорий ими, можно определить общее поступление ТМ на поверхность почвы за зимний период.

Так для наиболее распространенного твёрдого комбинированного противогололёдного реагента КР2тв., содержащего ТМ, в количествах, представленных в таблице 1, а так же при дозе использования твердых ПГР 42 г/м² и среднем количестве обработок — 130 за сезон, поступление ТМ в зависимости от их вида составляет примерно от 0,38 до 8,74 мг/м²(таблица 1).[7]

Поступление ТМ с ПГР совместно с аэрогенным загрязнением может привести не только к изменению диапазона поглощения тяжёлых металлов растениями, изменению защитных функций их отдельных органов, увеличить депонирующую роль корней в накоплении ТМ, но, и изменив диапазон содержания ТМ в почве,— повлиять на защитные функции отдельных почвенных организмов, в том числе беспозвоночных.

Целью наших исследований явилось выявление индикаторных возможностей дождевых червей в зависимости от интенсивности загрязнения снегового покрова и почвы, установление зависимости между содержанием ТМ в снеговой воде и дождевых червях.

Методы и материалы

Исследования проводили в условиях 2017 года на территории ЮЗАО города Москвы. В качестве рассматриваемых вариантов выбраны участки, характеризующиеся различной загрязненностью элементами ПГР (Zc-суммарный коэффициент концентрации изменялся в пределах от 1 до 1113).[5] Для проведения исследования выбраны 4 площадки, одна — на территории, примыкающей к Бутовскому парку (особо охраняемая природная территория (ООПТ), фон), остальные в селитебной зоне: ул. Академика Глушко, д. 12; ул. Коктебельская, д. 8; ул. Генерала Тюленева, д. 5, к.1. На каждой из площадок отбирали блоки почвы размером 25×25 см для сбора дождевых червей стандартным методом.[9]

Анализ содержания цинка, свинца, меди, кадмия, хрома в дождевых червях осуществляли в филиале Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии города Москвы» (ЗАО города Москвы) методом атомно-абсорбционной спектрометрии, на спектрометрах «КВАНТ-АФА-А» и «КВАНТ-Z.ЭТА».

Для отбора проб снега применяли пластиковые трубы, в которые помещали серии точечных проб, взятые по пространственному принципу, равномерно через равные интервалы на элементарных участках, резко не отличающихся лучшим или худшим состоянием об-

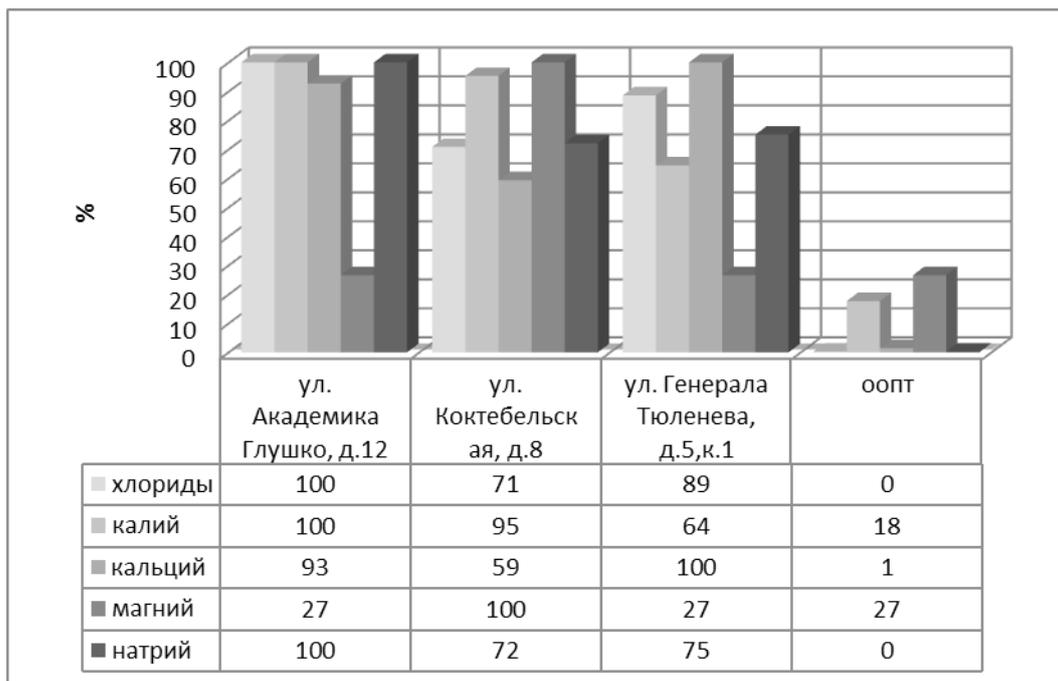


Рис. 1. Содержания элементов ПГР в пробах снеговой воды, % от максимального

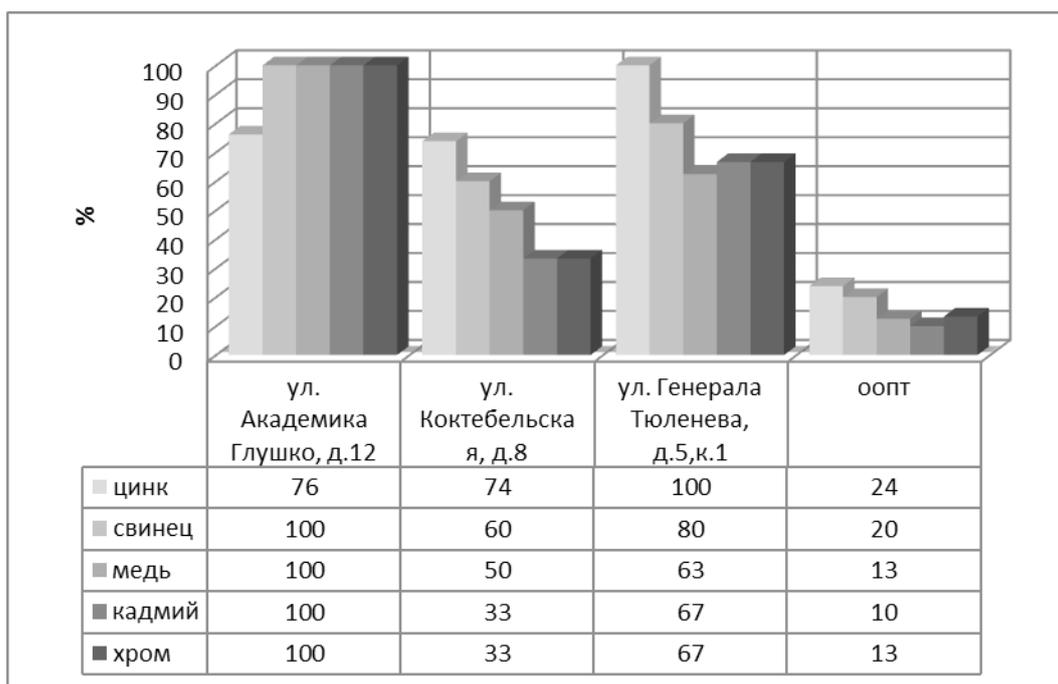


Рис. 2. Содержания тяжёлых металлов в пробах снеговой воды, % от максимального

щей массы снега при первичном визуальном осмотре. В лабораторию образцы снега доставляли в пронумерованных сейф-пакетах.

Этап предварительной обработки проб заключался в растапливании снега при комнатной температуре с последующим разделением его на жидкую и твёрдую

фазы путём фильтрования. В данном исследовании анализировалась жидкая фаза. До фильтрации пробы снега сохраняли в замороженном состоянии. Анализ талой воды осуществлялся в соответствии с методиками ПНД Ф 14.1:2:4.140–98, ПНД Ф 14.1:2:4.139–98, ПНД Ф 14.1:2:96–97, ПНД Ф 14.1:2:4.95–97, ПНД Ф 14.1:2:4.138–98.

Таблица 3. Содержание тяжёлых металлов в пробах почвы, мг/кг

Элемент	ул. Академика Глушко, д. 12	ул. Коктебельская, д. 8	ул. Генерала Тюленева, д. 5, к.1	оопт
цинк	59,6 ± 4,5	65 ± 5	60,6 ± 4,6	38,2 ± 2,8
свинец	8,89 ± 0,9	7,2 ± 0,7	16,72 ± 1,6	12,06 ± 1,2
медь	21,09 ± 1,6	12,42 ± 1	12,46 ± 1	9,33 ± 0,7
кадмий	1,08 ± 0,1	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,001	0,609 ± 0,03
хром	19,3 ± 1,8	11,14 ± 1	9,87 ± 1	24,48 ± 2,3

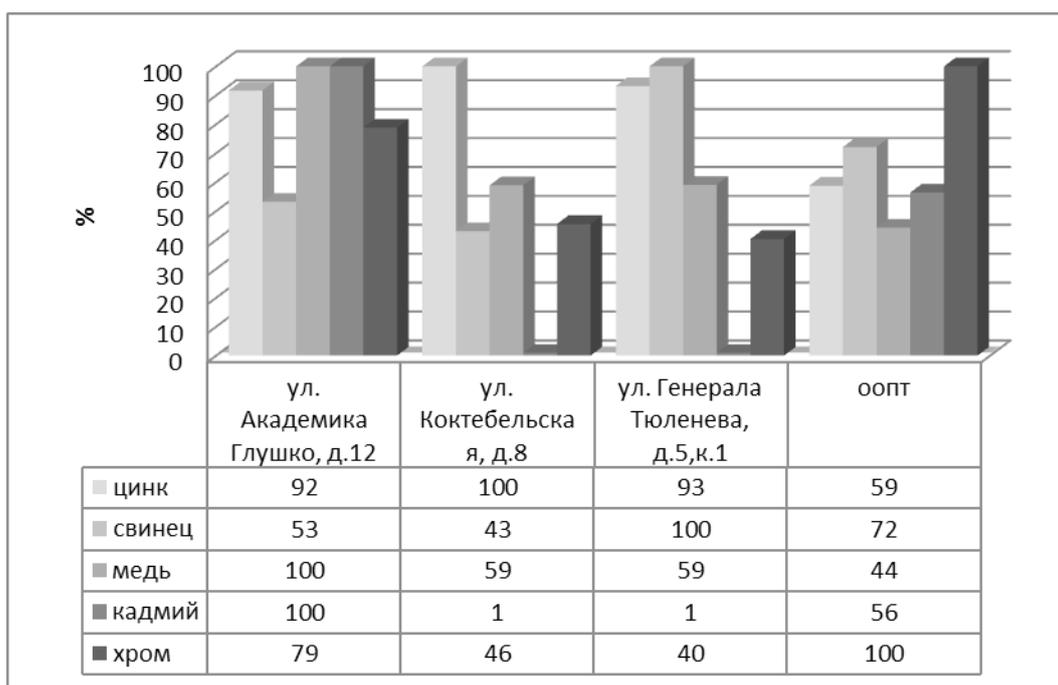


Рис. 3. Содержания тяжёлых металлов в почве опытных участков, % от максимального

В образцах снега определяли содержание ионов хлора, калия, кальция, магния, натрия, цинка, свинца, меди, кадмия, хрома. Данные показатели представляют интерес, так как являются основными компонентами ПГР.

Результаты исследований

В ходе исследования во всех образцах зафиксировано значительное превышение содержания в снеговой воде рассматриваемых компонентов ПГР по сравнению с их содержанием на фоновом участке (таблица 2).

Наибольшее превышение фоновых концентраций хлора, калия и натрия в 485, 6 и 545 раз соответственно отмечено на участке ул. Академика Глушко. Максимальным содержанием кальция характеризовался участок, расположенный на ул. Генерала Тюленева, где превыше-

ние фона составило 74 раза. Почти 4-х разовое превышение фонового содержания магния зафиксировано на ул. Коктебельская (рисунок 1).

Содержание тяжёлых металлов в снеговой воде на всех исследуемых участках превышало фоновые значения. Из всех изучаемых элементов в снеговой воде превалировал цинк. Его содержание на ул. Генерала Тюленева более чем в 4 раза превысило фон. По ул. Академика Глушко, д.12 отмечено превышение фоновых концентраций по свинцу, меди, кадмию, хрому в 5, 8, 10 и 8 раз соответственно (рисунок 2).

Наиболее загрязнённым участком по содержанию ТМ и компонентов ПГР в снеговой воде является ул. Академика Глушко, д. 12, где наблюдалось максимальное превышение фоновых содержаний по 7 элементам из 10.

Таблица 4. Интегральная оценка токсической нагрузки на почву

ул. Академика Глушко, д. 12	ул. Коктебельская, д. 8	ул. Генерала Тюленева, д. 5, к.1	оопт
23,00216045	1,232286627	1,448817323	13,41104863

Таблица 5. Содержание тяжёлых металлов в дождевых червях, мг/кг

Элемент	ул. Академика Глушко, д. 12	ул. Коктебельская, д. 8	ул. Генерала Тюленева, д. 5, к.1	оопт
цинк	54 ± 4,1	115 ± 8,7	246 ± 19	61 ± 4,6
свинец	1,47 ± 0,2	0,726 ± 0,1	0,711 ± 0,07	0,844 ± 0,1
медь	6,31 ± 0,5	6,49 ± 0,5	8,05 ± 0,6	4,57 ± 0,4
кадмий	2,3 ± 0,1	0,686 ± 0,03	0,549 ± 0,03	1,04 ± 0,05
хром	0,34 ± 0,03	0,54 ± 0,05	0,93 ± 0,1	1,26 ± 0,1

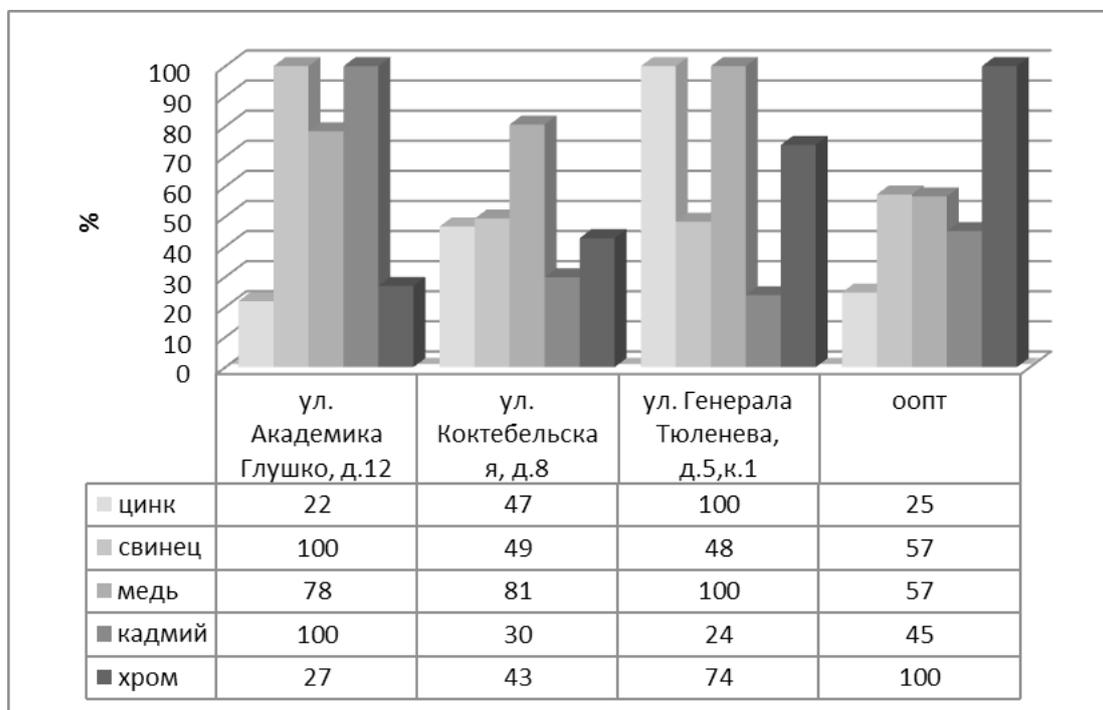


Рис. 4. Содержание тяжёлых металлов в дождевых червях,% от максимального

Таким образом, по суммарному коэффициенту загрязнения снега, исследуемые участки в селитебной зоне относятся к категории чрезвычайно опасного уровня загрязнения ($Z_c > 256$).

На основании результатов исследований можно констатировать неравномерное пространственное распределение тяжелых металлов и в почве, особенно — по кадмию, содержание которого на отдельных участках варьировало более чем в 108 раз (таблица 3, рисунок 3). По цинку превышения минимального значения составляли 1,6–1,7; свинцу, меди и хром — 1,1–2,5.

По тяжелым металлам участок, принятый за фоновый вариант, находящийся на территории ООПТ, не всегда характеризовался наименьшими их содержаниями. В почве территории ООПТ существенно больше содержалось свинца, чем на 1-м и 2-м участках, кадмия — чем на 2-м и 3-м участках. Этот участок характеризовался также максимальным содержанием хрома.

В качестве меры, характеризующей градиент общего токсического воздействия, нами использован интегральный показатель загрязнения почвы.[1]

Таблица 6. Количество и масса дождевых червей на исследуемых участках

Участок	ул. Академика Глушко, д. 12	ул. Коктебельская, д. 8	ул. Генерала Тюленева, д. 5, к.1	оопт
Количество червей, штук, м ²	80	93	94	96
Масса червей, г, м ²	75,2	92,8	108,8	123,2
средняя масса одного червя, г	0,95	0,96	1,14	1,3

Таблица 7. Коэффициенты корреляции между содержанием ТМ в снеговой воде и дождевых червях

Химический элемент	Снег — дождевой червь	Характер связи
цинк	R = 0,7	Связь умеренная
свинец	R = 0,7	Связь умеренная
медь	R = 0,6	Связь умеренная
кадмий	R = 0,6	Связь умеренная
хром	R = -0,7	Связь умеренная, обратная

Таблица 8. Коэффициенты корреляции между интегральной токсической нагрузкой и рассматриваемыми параметрами

Параметры	Снег — дождевой червь	Характер связи
Численность червей	R = -0,84	Связь сильная, обратная
Масса червей	R = -0,39	Связь слабая, обратная
Суммарный к.к.ТМ	R = 0,1	Связь очень слабая

Дождевые черви (земляные) на территории РФ представлены главным образом видами семейства люмбрицид (Lumbricidae). Это преимущественно крупные виды, входящие в состав микрофауны. Все дождевые черви — истинные геобионты (постоянные обитатели почв).[8]

Наибольшая аккумуляция свинца и кадмия червями по сравнению с вариантом, характеризующимся наименьшим их содержанием (в 2 и 4 раза соответственно), отмечена на участке по улице Академика Глушко; наибольшая аккумуляция цинка и меди (в 4,5 и 1,7 раза соответственно) — по улице Генерала Тюленева, превышение по хрому в 3,7 раза зафиксировано на территории, примыкающей к ООПТ (таблица 5, рисунок 4).

Определение суммарной массы дождевых червей на исследуемых участках показало, что наибольшей она была на участке, прилегающем к ООПТ. На участке ул. Академика Глушко зафиксирована минимальная суммарная масса дождевых червей (таблица 6).

В ходе исследования нами проведён корреляционный анализ между содержанием ТМ в снеговой воде и дождевых червях (формулы 1, 2, 3), а также между интегральной токсической нагрузкой и следующими показателями: численность и масса дождевых червей, суммарный коэффициент концентрации ТМ в дождевых червях.

Формула 1.

$$y^x = a + bx$$

Формула 2.

$$\begin{cases} na + b \sum x = \sum y \\ a \sum x + b \sum x^2 = \sum xy \end{cases}$$

Формула 3.

$$R = \frac{\sum x * y - \frac{\sum x * \sum y}{n}}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} * \sqrt{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}}$$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что существует одинаковая теснота связи между исследуемыми компонентами (таблица 7).

В системе «снег — дождевые черви» наблюдается умеренный характер связи корреляционной зависимости по всем рассматриваемым элементам.

Корреляционный анализ между интегральной токсической нагрузкой и численностью дождевых червей показал наличие сильной обратной связи между параметрами, то есть, чем больше нагрузка, тем меньше численность червей. Такая же зависимость наблюдается с массой дождевых червей, однако, теснота связи слабая. Между суммарной токсической нагрузкой и суммарным коэффициентом концентрации ТМ в дож-

девых червях наблюдается слабая прямая связь (таблица 8).

Заключение

Таким образом, наибольшую токсическую нагрузку испытывает участок, расположенный по ул. Академика Глушко.

Наименьшее количество дождевых червей обнаружено на участке ул. Академика Глушко, который является наиболее загрязнённым из исследованных. Наибольшая масса червей обнаружена на участке, прилегающем к ООПТ.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что химический состав дождевых червей, обитающих в разных экологических условиях, подвержен колебаниям.

Миграция цинка, свинца, меди и кадмия в системе «снег – дождевые черви» проходит по схеме положительной корреляционной зависимости.

Зафиксирована аномалия по содержанию хрома, как в почве, так и в дождевых червях на территории, прилегающей к ООПТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безель В. С. Роль травянистых растительных сообществ в формировании биогенных циклов химических элементов / Безель В. С., Жуйкова Т. В. / Поволжский экологический журнал № 3, 2013, с. 219–230
2. Воронцова А. В. Особенности поведения поллютантов в снеговом покрове Санкт-Петербурга и их влияние на городскую среду: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36/ Воронцова Анна Владиславовна. — Санкт-Петербург, 2013. 119 с.
3. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2016 году», Правительство Москвы, Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, Москва 2016 год, 365 с.
4. Дрябжинский О.Е., Зубкова В. М. 2017. Анализ загрязнения снежного покрова ЮЗАО города Москвы при применении противогололёдных реагентов (ПГР) — Современные тенденции развития науки и технологий. Белгород: Агенство перспективных научных исследований
5. Дрябжинский О.Е., Зубкова В. М., Пугачёва Т. Г., Гапоненко А. В. 2017. Оценка уровня загрязнения снежного покрова города Москвы при применении противогололёдных реагентов (ПГР). М: Экологические системы и приборы, № 1–2017, 56 с.
6. Никифорова Е. М. Мониторинг засоления снега и почв восточного округа Москвы противогололёдными смесями / Никифорова Е. М., Кошелева Н. Е., Власов Д. В. // Фундаментальные исследования № 11.-2014. С. 340–347
7. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). Технология зимней уборки проезжей части магистралей, улиц, проездов и площадей (объектов дорожного хозяйства г. Москвы) с применением противогололёдных реагентов (на зимние периоды 2012 гг. и далее). Москва, 2012. 136 с.
8. Чеснокова С.М. биологические методы оценки качества объектов окружающей среды. Учебное пособие в двух частях. Часть 1. Методы биоиндикации. Владимир, 2007, с. 84
9. Sims R. W. Earthworms. Syn. Br. Fauna / R. W. Sims, B. M. Gerard. — London, 1999. — 156 p.5, p. 49

© Дрябжинский Олег Евгеньевич (electric11234@gmail.com),

Зубкова Валентина Михайловна (vmzubkova@yandex.ru), Пугачёва Тамара Геннадьевна (malanichevatg@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТИПОВОГО АЭРОПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

PROBLEMS OF TECHNOGENIC IMPACT OF THE MODEL AIRPORT ON THE ENVIRONMENT

L. Metechko
M. Shatalova
A. Serdobintsev
N. Avdeeva
I. Melnikov

Summary. A typical airport is a powerful man-made object of a combined anthropogenic impact on the environment. Given the steady increase in air cargo traffic worldwide, the dangerous impact of airports increases with the volume of passenger traffic and cargo traffic carried out by air transport. In the proposed article, the authors analyze the entire spectrum of man-made impact of the modern model airport on the territory and on the basis of the analysis offer recommendations to reduce all types of negative impacts in order to achieve the maximum permissible standards.

Keywords: airport, technosphere, air cargo transportation, technogenic pollution of the territory, combined negative impact on the environment.

Метечко Людмила Борисовна

К.э.н., доцент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
г. Москва
lmetechko@front.ru

Шаталова Мария Юрьевна

Студент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
г. Москва
dream765@mail.ru

Сердобинцев Александр Сергеевич

Студент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
г. Москва
roonee@yandex.ru

Авдеева Наталья Александровна

Студент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
г. Москва
natalimayhem@gmail.com

Мельников Илья Владимирович

Студент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
г. Москва
Melnikov1977@mail.ru

Аннотация. Типовой аэропорт является мощным техногенным объектом сочетанного антропогенного воздействия на окружающую среду. Учитывая неуклонный рост авиационных грузоперевозок по всему миру, угрожающее воздействие аэропортов возрастает вместе с объемом пассажиропотоков и грузопотоков осуществляемых авиационным транспортом. В предложенной статье авторы анализируют весь спектр техногенного воздействия современного типового аэропорта на территорию и на основании анализа предлагают рекомендации по снижению всех видов негативных воздействий с целью достижения предельно-допустимых нормативов.

Ключевые слова: аэропорт, техносфера, авиационные грузоперевозки, техногенное загрязнение территории, сочетанные отрицательные воздействия на окружающую среду.

Исследуя воздействие современной техносферы на окружающую среду планеты, следует отметить, что доля авиации в суммарном антропогенном загрязнении занимает примерно 3.5% от общего объема. Однако более подробно исследуя отрицательные воздействия воздушных судов выяснилось, что загрязнения окружающей среды происходят не только по основным воздушным магистралям полетов, но и локально, в зоне аэропортов, аэродромов. Причем зоны аэропортов и воздушных магистралей, сходящихся к ним, являются

одним из сильнейших источников загрязнений окружающей среды. [1]

Сознавая растущую популярность высокоскоростных авиоперевозок, авиаконструкторы и технологи постоянно работают над предотвращением набирающего обороты отрицательного воздействия авиации на биосферу земли. Мощнейшие научные корпорации работают над усовершенствованием нешумных и малоэмиссионных авиационных двигателей, созданием экологически



Рис. 1. Московский аэропорт Домодедово.

чистого авиационного топлива, более эффективные системы управления полетами и т.д. [2]

Однако, несмотря на регулярное ужесточение экологических нормативов, производство все более экологичных и малозумных воздушных судов адекватного отклика в снижении воздействия на окружающую среду не наблюдается. Проблема заключается в том, что не только воздушные суда наносят вред окружающей среде. Сами аэропорты — намного более серьезный источник негативного воздействия на существующую экосистему: для их постройки изменяется ландшафт, вырубается леса, застраиваются поля, загрязняется атмосфера, почва, грунтовые воды. Помимо этого, аэропорты — сильнейший источник шума и различного рода электромагнитных излучений, которые, безусловно, пагубно влияют на жизнь и здоровье всего живого.

Именно поэтому важно разработать не только более экологичные виды транспорта и топлива, но и исследовать весь спектр негативного воздействия современного авиационного транспортного узла — аэропорта и осуществлять строительство новых или модернизацию уже существующих аэропортов так, чтобы снизить их существующее и постоянно растущее влияние на окружающую среду. [3]

Сейчас проблема загрязнения окружающей среды в зоне аэропорта необыкновенно актуальна, так как ко-

личество аэропортов стремительно растет, а экология крупных городов катастрофически ухудшается.

Аэропорт — это комплекс сооружений, предназначенный для приема, отправки, базирования воздушных судов и обслуживания воздушных перевозок, имеющий для этих целей аэродром, аэровокзал (в крупных аэропортах нередко встречается несколько аэровокзалов), один или несколько грузовых терминалов и другие наземные сооружения и необходимое оборудование. Одним из самых первых аэропортов мира стал Кёнигсбергский аэропорт Девау, открывшийся в 1919 году. Для демонстрации масштабов типового столичного аэропорта рационально представить популярный московский аэропорт Домодедово (Рис. 1.)

Источниками загрязнения окружающей среды являются не столько воздушные суда, сколько деятельность всего конгломерата аэровокзального комплекса, всей авиационно-технической базы: складов горюче-смазочных материалов, цехов бортового питания, грузового комплекса, баз эксплуатации и ремонта наземных машин и так далее. Аэропорт Домодедово и его сервисные службы — мощнейший техногенный объект.

В авиационной деятельности применяется более 300 технологических процессов, в которых используются 120 видов опасных веществ. Из них 25% относятся к первому (чрезвычайно опасному) и второму (высокоопасному), 30% — к третьему (умеренно опасному)

Таблица 1. Производственные загрязнения воздуха вредными веществами в зоне аэропортов

Источники загрязнений	Загрязняющие вещества
Работа на перроне, местах стоянки воздушных судов	Пары бензина, керосина, оксид углерода, оксид азота, пыль
Заправка воздушных судов горюче-смазочными материалами, спецжидкостями	Пары топлива, аэрозоли минеральных и синтетических масел, аэрозоли рабочих жидкостей
Наружная мойка воздушных судов с применением моющих средств	Фенол, моноэтаноламин
Ремонт и наладка бортового оборудования	Пары керосина, пыль графитовая, канифоль, свинец
Зарядка аккумуляторов	Аэрозоли щелочей и кислот

классам опасности. Некоторые из наиболее вредных производственных загрязнений воздуха представлены в таблице 1. [4]

Рассматривая классификацию антропогенных загрязнений, мы можем с уверенностью сказать, что практически все существующие виды загрязнений в той или иной степени присутствуют в таком сложном техногенном узле как современный аэропорт. [1]

Классификация антропогенных загрязнений включает в себя следующие виды факторов воздействия:

1. механические;
2. физические;
3. химические;
4. биологические.

Рассмотрим источники негативных факторов воздействия стандартного действующего аэропорта:

Механические факторы воздействия:

1. ландшафтная земельная подготовка;
2. устройство и обслуживание рулежных, взлетно-посадочных полос;
3. строительные сооружения аэропорта и вспомогательных служб
4. устройство ограждений, соц-заборов защищающие периметр территорий аэропорта.

Физические факторы воздействия:

1. шумовое загрязнение воздушным и наземным транспортом, информационным обеспечением;
2. тепловое загрязнение территории;
3. световое загрязнение территории;
4. высокочастотные электромагнитные поля от радиотехнических навигационных средств;
5. низкочастотное рентгеновское и электромагнитное излучение сканнеров.

Химические факторы воздействия:

6. эмиссия несгоревших частиц топлива от передвижных источников загрязнения атмосферы;

7. вентиляционные выбросы бытовых и производственных помещений;
8. производственные вытяжки сервисных производственных цехов (в том числе помещений, в которых расположены посты зарядки аккумуляторов);
9. жидкие и твердые отходы производства и потребления различных служб аэропорта;
10. хозяйственно-бытовые, производственные и ливневые стоки аэропорта.

Биологические факторы воздействия

11. бактериальная инфекция, в том числе особо опасная, вызванная активной миграцией пассажиров с разных континентов;
12. санитарно-гигиенические риски эпидемиологической опасности территорий с большим скоплением людей в местах общего пользования.

Наличие шума самолетов в районе аэропорта порождает две проблемы, одна из которых — ограничения на технические характеристики турбореактивных двигателей, а другая — недовольство живущего поблизости от аэропорта населения.

Стремление кардинально решить проблемы авиационного шума привело к тому, что с начала 1970-х годов во всем мире стали строить новые и намного более крупные аэропорты на большом удалении (иногда свыше 30 км) от городов. Однако нередко как вследствие экономического развития территории около аэропорта, вызванного нуждами самого аэропорта, так и из-за непрерывного роста и расширения границ городов в окрестностях аэропорта появлялись населенные пункты, и снова возникали проблемы с шумом.

Аэропорты должны располагаться в местности, свободной от препятствий и помех полетам самолетов. Поэтому при строительстве аэропорта ставится условие отсутствия препятствий, таких, как здания, антенны или перепады высот местности, на расстояниях до 80 км от ВПП аэропорта, которые могут нарушить безопасность полетов при неблагоприятных погодных услови-

ях. После выбора места для строительства аэропорта необходимо добиться обязательств со стороны местных властей воздерживаться от строительства объектов, которые могли бы создать угрозу безопасности полетов самолетов. [5]

Также необходимо провести всесторонний анализ ограничений окружающей среды. Выбор места для строительства аэропорта часто зависит от проблем, описанных ранее, а также характера местности, вида землепользования, степени экономического развития близлежащей территории. Эти планы должны включать в рассмотрение географическое пространство в радиусе от 30 до 60 км от крупнейшего города данного региона. Получив оценки различных мест, пригодных для строительства аэропорта, необходимо более детально проанализировать для них проблемы взаимодействия с окружающей средой в радиусе от 8 до 16 км от будущего аэропорта, чтобы сделать оптимальный выбор.

Не вызывает сомнений, что современный аэропорт — это зона с сильно преобразованной экосистемой, устойчивость которой нарушена из-за постоянного антропогенного воздействия. Авиация оказывает отрицательное воздействие на все виды природной среды: атмосферный воздух, воду, почву, флору и фауну.

Начинается это воздействие уже на этапе строительства будущего аэропорта, в первую очередь с изменения природных систем вследствие внедрения целого комплекса инженерных сооружений. В ходе данного процесса проводится изъятие земель, реформирование рельефа, изменения уровня и условий движения грунтовых вод, разделение биосистем. [6]

Именно поэтому уже на этапе выполнения работ по строительству аэропортов и путей сообщения с ним следует рассматривать следующие направления охраны природной среды и рационального расходования природных ресурсов:

1. Максимальное сбережение земель сельскохозяйственного назначения, пойм и лесных водохозяйственных полос вдоль рек, а также земель, непосредственно прилегающих к рыбохозяйственным водоемам;
2. Уменьшение объема использования в сооружениях природных ресурсов;
3. Предотвращение недопустимого загрязнения поверхности земли, водоемов, атмосферы отходами, побочными продуктами и технологическими воздействиями. Недопущение превышения установленных предельно допустимых уровней загрязнения и воздействия;
4. Предупреждение непосредственного уничтожения, повреждения или ухудшения условий су-

ществования людей, животных, растительности вследствие выполнения строительных работ, например, изменение ландшафтов, засыпка русел рек и т.д.

Авиационная деятельность оказывает колоссальное влияние на устойчивость преобразованной экосистемы, которая итак в ряде случаев нарушена настолько, что ее саморегуляция находится на грани критического равновесия. На данный момент интенсивность отрицательно-го воздействия авиации на природную среду значительно меньше, чем других видов транспорта, используемых человеком, но она постоянно растет.

Наиболее значительными источниками негативного воздействия на окружающую среду в аэропортах являются:

1. Авиационный шум;
2. Стационарные и передвижные источники;
3. Электромагнитные поля от радиотехнических средств аэродрома;
4. Жидкие и твердые отходы производства и потребления;
5. Хозяйственно-бытовые, производственные и ливневые стоки.

В настоящее время в зоне действующего аэропорта акустический фон возникает в результате технологических операций авиационной техники, к которым относят:

1. Прогрев и опробование двигателей летательных аппаратов перед полетом;
2. Руление воздушных судов с места стоянки до места старта, а также руление после посадки с взлетно-посадочной полосы до места стоянки (перрона);
3. Взлет и посадка самолетов.

Предполагается, что в будущем все аэропорты должны будут быть оборудованы специальными приборами, позволяющими не только измерять фактические уровни шума, но и записывать их в автоматическом режиме для их дальнейшего анализа. Наличие точных данных о фактических уровнях шума на территории аэропорта позволит разрабатывать и реализовывать новые, более действенные и эффективные мероприятия по снижению шумового воздействия на окружающую аэропорт среду. [7]

Серьезное влияние на окружающую среду могут оказывать и радиотехнические средства аэропорта, к которым относятся объекты управления воздушным движением, радионавигации и посадки. Биологический эффект вредного воздействия на живые организмы электромагнитных полей значительной напряженности и различной частоты — от сверхнизких до ультравысоких (УВЧ) и сверхвысоких (СВЧ) частот высок. Наиболее чувствительны к электромагнитным излучениям нерв-

Таблица 2. Основные экологически значимые проектные решения

Экологический аспект	Основные экологически значимые проектные решения
Выбросы загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников	Установка газопылеулавливающего оборудования; Снижение потребления топлива передвижными источниками.
Сбросы веществ с поверхностными сточными водами	Строительство водоотводных систем и очистных сооружений.
Шум, электромагнитные поля	Проектирование санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки; Строительство зданий с повышенной звукоизоляцией.
Образование отходов производства и потребления	Переработка и использование отходов производства и потребления, а также устройство мест хранения и накопления отходов.
Водоотведение хозяйственно-бытовых и производственных стоков	Строительство очистных сооружений производственных сточных вод.

ная, сердечнососудистая, иммунная, эндокринная системы организма человека. Главными принципами защиты личного состава аэропорта и людей, проживающих в ближайших к радиотехническим объектам населенных пунктах, от воздействия электромагнитных излучений являются:

1. Санитарно-защитные зоны — площади, примыкающие к технической территории передающего радиотехнического объекта.
2. Зоны ограничения застройки вокруг объектов радиотехнических средств — территории, на которых на высоте 2 м от поверхности земли интенсивность электромагнитного излучения превышает предельно допустимые уровни.

Основными загрязнителями почвы на территории аэропортов являются твердые и жидкие отходы производства и потребления. Эти отходы типичны для большинства других предприятий, а потому не являются специфичными только для аэропортов.

Твердые бытовые отходы обычно собираются в закрытые мусоросборники, которые располагаются на бетонных площадках на территории аэропорта. Такие площадки устанавливаются у каждого объекта аэропорта и по мере их заполнения вывозятся на специальных полигон для захоронения. Отдельно накапливаются в специально отведенных для этого местах, а потом сдаются в специализированные фирмы твердые отходы производства, подлежащие промышленной утилизации и последующей переработке. Следует заметить, что для крупных аэропортов объемы твердых отходов настолько велики, что освобождение территории от них вызывает большие трудности, поэтому существует немалая вероятность последующего широкого распространения строительства собственных мусоросжигательных станций. [5]

Жидкие отходы, такие как отработанные масла, смазки, отстой топлива и т.д., собираются в специальные емкости и вывозятся на нефтебазу.

Особо сильное отрицательное воздействие на окружающую среду и в первую очередь на почву, грунтовые воды и водоемы оказывают хозяйственно-бытовые, производственные и ливневые стоки.

В настоящее время хозяйственно-бытовые стоки в большинстве попадают в городскую или областную канализационную сеть, поскольку чаще всего соответствуют необходимым требованиям сброса. Хотя для снижения их неблагоприятных воздействий на окружающую природную среду целесообразно предусматривать строительство локальных и общих сооружений биологической очистки.

В этом случае на территории аэропорта должны быть две отдельные системы канализации:

1. для хозяйственно-питьевых и производственных стоков;
2. ливневых и условно чистых производственных стоков.

Те сточные воды, которые не удовлетворяют требованиям городской системы канализации, должны подвергаться предварительной очистки на территории самого аэропорта, на локальных очистных сооружениях. Это особенно важно для стоков от службы автотранспорта, поскольку содержат в себе большое количество различного рода масел, нефтепродуктов, разнородных твердых веществ, а также других химических веществ, образующихся в процессе обслуживания воздушных судов и других транспортных средств. Такие стоки должны пройти двухступенчатую систему очистки на сорбционных фильтрах, и только после этого поступать в водосточную сеть аэропорта. [7]

Очевидно, что источниками опасного загрязнения поверхностного стока ливневых и талых вод, почвы и водных объектов являются следы хозяйственной деятельности человека на территории аэропорта, такие как свалки, мусоросборники, накопители отходов и др.).

Подводя итог проведенному анализу негативных факторов и причин их воздействия на окружающую среду при функционировании типового аэропорта целесообразно рекомендовать следующие проектные решения снижающие уровень экологической опасности этого крупного техногенного объекта. Предложенные рекомендации можно представить в виде таблицы «Основные экологически значимые проектные решения» (Таблица 2)

В заключение, обобщая вышеизложенное можно сделать следующие выводы:

1. Не вызывает сомнений, что аэропорты оказывают немалое негативное воздействие на окружающую среду, однако в связи с постоянным ростом численности городов, отказаться или сократить количество аэропортов — невозможно. Наоборот, в настоящее время авиация стремительно набирает свою популярность, что требует не только увеличение рейсов, количества воздушных судов, но и постоянного расширения территорий уже существующих аэропортов, а также строительства новых.
2. Безусловно, в современном мире большой упор делается на охрану окружающей среды. А потому, ни один проект, особенно такой крупный, как строительство аэропорта не может быть принят, если он не удовлетворяет экологическим нормам. На сегодняшний день главная задача в развитии авиации заключается не только в том, чтобы создать более экономичные, мощные и комфортные для эксплуатации воздушные суда, и обслуживающее их оборудование, но и сделать весь комплекс

авиационных перевозок максимально безопасными для человека и окружающей среды в целом.

3. Именно поэтому при конструкции летательных аппаратов главной задачей является: снижение эмиссии вредных веществ авиационными двигателями и уменьшение уровня громкости шума воздушных судов. При планировании строительства и непосредственно строительства аэропорта важно учесть все виды загрязнений, которые могут быть образованы в ходе эксплуатации аэропорта и осуществления всех видов его деятельности. На их основе необходимо разрабатывать комплекс мероприятий по уменьшению и ликвидации всех видов загрязнений: строительства очистных сооружений, специальных барьеров защиты от шума и излучений, предприятий по переработке вредных отходов.
4. Некоторые из этих мер могут быть и вовсе не нужны, если аэропорты и авиакомпании будут закупать и эксплуатировать технику, которая на сегодняшний день признана экологичной, не требует специальных способов утилизации и очистки. Современные научные исследования и технологии ориентированы на производство такой экологичной техники и технологий.

Таким образом, становится очевидным, что сокращение уровня загрязнений на территории современного аэропорта — это задача не только самого аэропорта, но и авиакомпаний-перевозчиков, авиаконструкторов, государства и всего мирового сообщества в целом. Поэтому что только комплексными, совместными усилиями и затратами можно добиться реальных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метечко Л.Б., Сорокин А. Е., Новиков С. В., Введение в экологию аэрокосмической отрасли /Калуга: Издательство «Эйдас», 2016. — 320с.
2. Метечко Л.Б., Тихонов А. И., Сорокин А. Е., Новиков С. В. Влияние экологических нормативов на развитие авиационного двигателестроения. //Труды МАИ. 2016. № 85.С.9–19.
3. Л. Б. Метечко, А. Е. Сорокин, А. И. Тихонов, С. В. Новиков. Эпоха трех «Э» и возможные тенденции развития/ Московский экономический журнал. № 4/ 2017. <http://qje.su/rekreacia-i-turizm/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-4-2017-93/>
4. Асатуров М. Л. Загрязнение окружающей среды при авиатранспортных процессах. Университет ГА, 2010, 267 с.
5. Иванов В. Н. Азбука аэропортов. ЗАО «Книга и бизнес», 2014, 176 с.
6. Иванов В. Н. Актуальные вопросы проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений аэропортов. ЗАО «Светлица», 2014, 172 с.
7. Иванов В. Н. Аэропорты России в настоящем и будущем. Издательство «Воздушный транспорт», 2004, 160 с.

© Метечко Людмила Борисовна (lmetechko@front.ru), Шаталова Мария Юрьевна (dream765@mail.ru), Сердобинцев Александр Сергеевич (roonee@yandex.ru), Авдеева Наталья Александровна (natalimayhem@gmail.com), Мельников Илья Владимирович (Melnikov1977@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАСТРОЙКА ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ОШИБКИ БИНС ПО КУРСУ

Мкртчян Валерий Игоревич

Аспирант, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва)

05.11.03

bel_val17@mail.ru

KALMAN FILTER ADJUSTMENT FOR ESTIMATION OF THE SINS AZIMUTH ERROR

V. Mkrtchyan

Summary. The method of automatic searching for the input noise covariance matrix is considered to obtain a qualitative estimate of the SINS azimuth error using the Kalman filter. A search algorithm is synthesized and a detailed description of its implementation in practice is given. As measurements, the differences in the projections of the speed of the SINS relative to the signals of the global navigation satellite system (GNSS) are used. The results of testing the method in the simulation of the flight of the aircraft are given.

Keywords: SINS, reduced Kalman filter, heading angle, estimation algorithm, AHRS.

Аннотация. Рассматривается метод автоматического поиска ковариационной матрицы входного шума для получения качественной оценки ошибки БИНС по курсу с помощью фильтра Калмана. Синтезирован алгоритм поиска и приведено подробное описание его реализации на практике. В качестве измерений используются разности проекций путевой скорости БИНС относительно сигналов спутниковой навигационной системы (СНС). Приведены результаты тестирования метода в рамках моделирования полета летательного аппарата самолетной схемы.

Ключевые слова: БИНС, редуцированный фильтр Калмана, географический курс, алгоритм оценивания, система ориентации.

Введение

Основная трудность, связанная с настройкой фильтра Калмана заключается в надлежном выборе ковариационной матрицы интенсивности входного шума, оптимальное значение которой зависит от степени адекватности выбранной модели системы [1–3]. Задачу можно упростить, если формализовать понятие качественной оценки интересующей компоненты вектора состояния. В работе рассматривается метод автоматического поиска ковариационной матрицы входного шума, обеспечивающей качественную оценку ошибки БИНС по курсу. Тестирование проводилось в рамках имитационного моделирования работы БИНС среднего класса точности, установленной на самолете Cessna 172.

Постановка задачи

Пусть $Mxyz$ — трехгранник, жестко связанный с корпусом летательного аппарата (ЛА), начало M — в центре масс ЛА, ось y совпадает с продольной осью, z направлена по нормальной оси, x дополняет трехгранник до правого. $MENUp$ — географический трехгранник, ось E направлена на восток, N — на географический север, Up — вверх. $Mx_1y_1z_1$ — расчетный географический трехгранник, отклоненный от $MENUp$ на углы Φ_E , Φ_N и Φ_{Up} , которые далее будем считать малыми. Наиболее распространенная [4–6] модель ошибок БИНС имеет вид:

$$\begin{bmatrix} \delta \dot{V}_E \\ \delta \dot{V}_N \\ \dot{\Phi}_E \\ \dot{\Phi}_N \\ \dot{\Phi}_{Up} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -g & a_N \\ 0 & 0 & g & 0 & -a_E \\ -\frac{1}{R} & 0 & 0 & \omega_{Up} & -\omega_N \\ 0 & \frac{1}{R} & \omega_{Up} & 0 & \omega_E \\ \frac{tg\varphi}{R} & 0 & \omega_N & -\omega_E & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta V_E \\ \delta V_N \\ \Phi_E \\ \Phi_N \\ \Phi_{Up} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ 0 & 0 & 0 & c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ -c_{11} & -c_{12} & -c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ -c_{21} & -c_{22} & -c_{23} & 0 & 0 & 0 \\ -c_{31} & -c_{32} & -c_{33} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta a_x \\ \delta a_y \\ \delta a_z \\ \delta \omega_x \\ \delta \omega_y \\ \delta \omega_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

где $g = 9,81$ м/с; φ — широта; R — радиус Земли; δV_E , δV_N — ошибки проекций путевой скорости на оси E , N ; ω_E , ω_N , ω_{Up} — проекции абсолютной угловой скорости трехгранника $MENUp$ на его же оси; $[\delta \omega_x, \delta \omega_y, \delta \omega_z]^T$, $[\delta a_x, \delta a_y, \delta a_z]^T$ — собственные погрешности датчиков угловой скорости (ДУС) и акселерометров соответственно; $c_{11} \dots c_{33}$ — направляющие косинусы трехгранника $MENUp$ относительно $Mxyz$, a_E , a_N — горизонтальные ускорения ЛА. Формирующий фильтр для системы (1) имеет вид:

$$X_k = \Phi_k X_{k-1} + GW_k \quad (2)$$

где

$\mathbf{X} = [\delta V_E, \delta V_N, \Phi_E, \Phi_N, \Phi_{Up}]^T$ — вектор состояния, Φ_k — дискретная матрица модели, G — дискретная матрица вектора входных шумов

$\mathbf{W} = [\delta a_x, \delta a_y, \delta a_z, \delta \omega_x, \delta \omega_y, \delta \omega_z]^T$, имеющего ковариационную матрицу Q . В качестве измерений возьмем разности восточной и северной проекций скорости БИНС относительно сигналов спутниковой навигационной системы (СНС):

$$\mathbf{Z} = [V_E^{БИНС} - V_E^{СНС}, V_N^{БИНС} - V_N^{СНС}] = [\delta V_E, \delta V_N]^T + \mathbf{V} = \mathbf{H}\mathbf{X} + \mathbf{V} \quad (3)$$

где V — вектор измерительных шумов, H — матрица измерений.

При малых углах тангажа и крена ошибка БИНС по курсу $\delta H = \Phi_{Up}$ [1, 4]. Цель работы — разработка и тестирование автоматического поиска такого значения ковариационной матрицы Q , при котором удастся получить качественную и состоятельную оценку угла Φ_{Up} по измерениям (3).

Критерии качественной и состоятельной оценки

О качестве оценки компоненты вектора состояния можно судить исходя из априорной информации о должном характере ее поведения во времени. Согласно модели (1), поведение угла Φ_{Up} в первом приближении имеет вид:

$$\Phi_{Up} = \Phi_{Up}(0) + \int_0^t \omega_{Up}^{dr} dt \quad (4)$$

где $\omega_{Up}^{dr} = -(A_{31}\delta\omega_x + A_{32}\delta\omega_y + A_{33}\delta\omega_z)$; $\Phi_{Up}(0)$ — ошибка азимутальной выставки. При малых углах тангажа и крена $\omega_{Up}^{dr} \cong \delta\omega_z$. Допустив, что среднее значение собственной погрешности $\delta\omega_z$ одного ДУС есть случайная константа, получим, что решение (4) представляет собой линейный тренд.

Оценка угла Φ_{Up} считается состоятельной, если ее компенсация приводит к уменьшению ошибки БИНС по скорости относительно СНС.

В соответствии с моделью (1), Φ_{Up} проявляется в ошибках по скорости благодаря a_E, a_N . Условия наблюдаемости можно сформулировать в виде $a_E\Phi_{Up} \gg g\Phi_E$, $a_N\Phi_{Up} \gg g\Phi_N$, или, используя общую форму записи,

$$a_{hor}\Phi_{Up} \gg g\Phi_{hor} \quad (5)$$

где a_{hor} — модуль горизонтального ускорения;

$\Phi_{hor} = \sqrt{\Phi_E^2 + \Phi_N^2}$. Величины Φ_{Up} и Φ_{hor} на начальном этапе работы БИНС и фильтра Калмана определяются ошибками выставки: $\Phi_{hor} \approx B/g$, $\Phi_{Up} \approx \omega_E^{dr}/U \cos\varphi$, где B — смещение нуля акселерометра, ω_E^{dr} — смещение нуля ДУС, приведенное к восточной оси, U — угловая скорость суточного вращения Земли. Условие (5) принимает вид:

$$a_{hor} \gg \frac{BU \cos\varphi}{\omega_E^{dr}} \quad (6)$$

Проверку оценки на качественность и состоятельность следует проводить по окончании переходного процесса, длительность которого зависит от наличия ускорений, удовлетворяющих условию (6).

Поиск ковариационной матрицы входного шума

Диапазон, которому принадлежит оптимальное значение нормы $\|\mathbf{Q}\|$, обычно известен исходя из априорных знаний о погрешностях элементной базы. Конкретное значение $\|\mathbf{Q}\|$ предлагается искать по следующей процедуре:

- 1) задание заведомо большого значения нормы $\|\mathbf{Q}\|$;
- 2) проверка полученной оценки угла Φ_{Up} на соответствия форме (4);
- 3) умножение $\|\mathbf{Q}\|$ на некоторый коэффициент $k < 1$;
- 4) повторение п. 2–3 до тех пор, пока $\|\mathbf{Q}\|$ не станет заведомо малой.

Количественное выражение соответствия оценки угла Φ_{Up} форме (4) определяется величиной среднеквадратического отклонения (СКО) оценки от соответствующего ей тренда, найденного с помощью метода наименьших квадратов (МНК). При оптимальном значении $\|\mathbf{Q}\|$ СКО минимальное.

Испытания

Для тестирования метода применялось имитационное моделирование полета Cessna 172 по методике, изложенной в работе [7], с целью получения файлов, содержащих параметры движения ЛА. Было сформировано три полета с различной частотой совершения маневров и их интенсивностью. На основании параметров движения вычислялись «идеальные измерения» ДУС и акселерометров. Далее, для каждого полета формиро-

Таблица 1. Параметры погрешностей инерциальных приборов

Прибор	Смещение нуля, случайное от запуска к запуску — нормально распределенная величина	Нестабильность смещения нуля в запуске — экспоненциально коррелированный процесс
Датчики угловой скорости	математическое ожидание $M_G = \pm 0,3 \text{ град} / \text{ч}$, СКО $\sigma_G = \pm 0,14 \text{ град} / \text{ч}$	СКО $\sigma_{GE} = 0,01 \text{ град} / \text{ч}$, интервал корреляции $\tau_{GE} = 1000 \text{ с}$
Акселерометры	математическое ожидание $M_A = \pm 0,002 \text{ м} / \text{с}^2$, СКО $\sigma_A = \pm 0,001 \text{ м} / \text{с}^2$	СКО $\sigma_{AE} = 10^{-5} \text{ м} / \text{с}^2$, интервал корреляции $\tau_{AE} = 100 \text{ с}$

Таблица 2. Результаты поиска оптимальной ковариации входного шума

	Количество реализаций при различных значениях оптимальной нормы ковариационной матрицы входного шума								
	Q_0	$\frac{Q_0}{3}$	$\frac{Q_0}{3^2}$	$\frac{Q_0}{3^3}$	$\frac{Q_0}{3^4}$	$\frac{Q_0}{3^5}$	$\frac{Q_0}{3^6}$	$\frac{Q_0}{3^7}$	$\frac{Q_0}{3^8}$
Полет 1	2	1	7	31	9	0	0	0	0
Полет 2	1	1	20	21	7	0	0	0	0
Полет 3	1	0	7	36	4	2	0	0	0
Всего	4	2	34	88	20	2	0	0	0

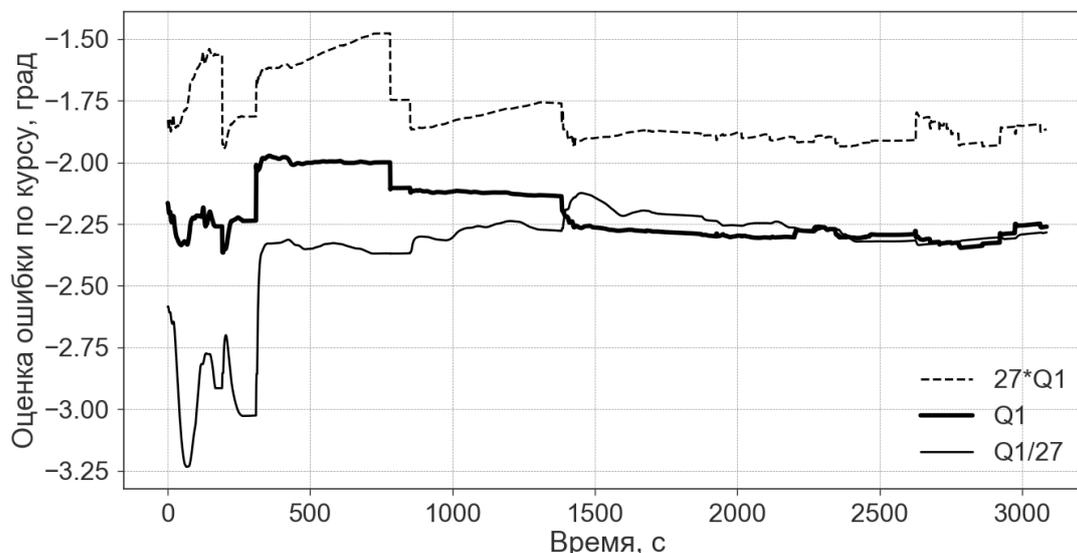


Рис. 2. Влияние различных значений Q на оценку ошибки по курсу $\delta H = \Phi_{Up}$. $Q1$ — оптимальное значение.

вался ансамбль из 50 реализаций, в которых содержались измерения ДУС, акселерометров и приемника СНС, отягощенные случайными погрешностями. Погрешность измерений СНС проекций скорости V_E^{CHC} , V_E^{CHC} была задана в виде аддитивного дискретного белого шума с конечным СКО 0,1 м/с. Параметры погрешностей инерциальных приборов выбраны соответствующими

среднему классу точности БИНС [8–10] и приведены в табл. 1.

Каждая из 150 реализаций подвергалась тестированию, в рамках которого моделировалась работа БИНС и осуществлялся поиск оптимального значения $\|Q\|$. Матрица Q имела диагональную форму $Q = \text{diag}\{q_i^2\}$

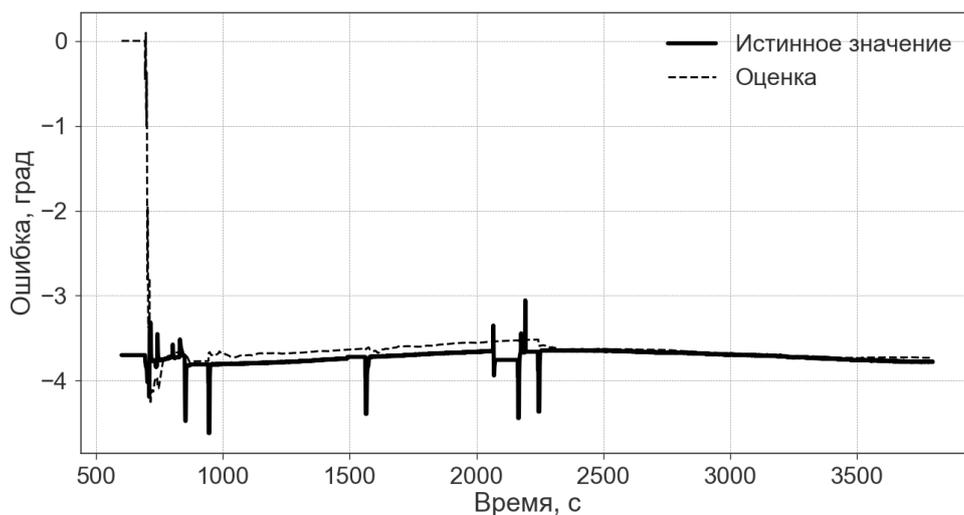


Рис. 3. Истинное значение ошибки по курсу и ее оценка при оптимальной ковариации входного шума

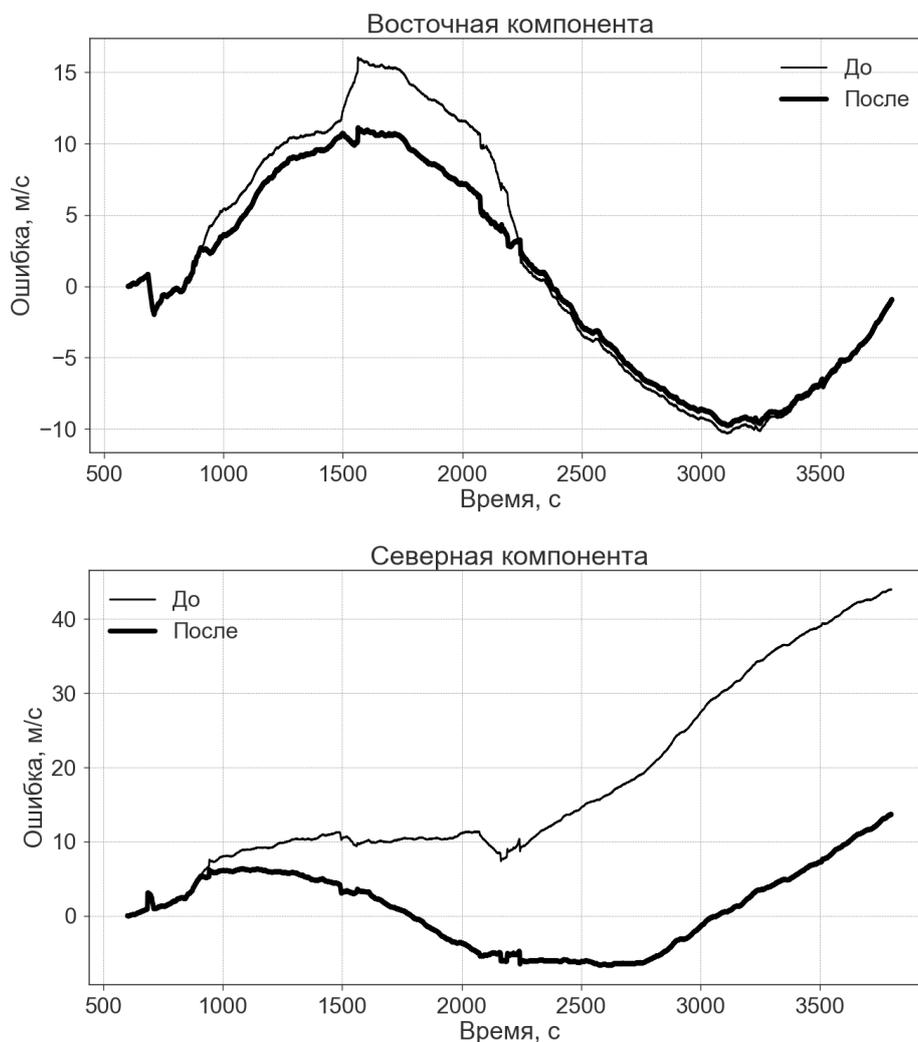


Рис. 4. Влияние компенсации ошибки по курсу на ошибки БИНС в определении компонент путевой скорости

, где q_i^2 — дисперсия, характеризующая интенсивность входного шума по i -ой компоненте вектора состояния. От теста к тесту $\|\mathbf{Q}\|$ уменьшалась в 3 раза. Количество тестов для каждой реализации было равно 9. Начальные значения q_i выбраны следующими: $q_1 = q_2 = 7e - 1$, $q_3 = q_4 = q_5 = 7e - 4$. Влияние различных значений $\|\mathbf{Q}\|$ на оценку угла Φ_{Up} показано на рис. 2.

Результаты поиска оптимального значения $\|\mathbf{Q}\|$ по всему ансамблю реализаций приведены в таблице 2. Оценка Φ_{Up} оказалась качественной при близких значениях $\|\mathbf{Q}\|$ в большинстве реализаций. В соответствии с табл. 2, можно считать, что оптимальная матрица \mathbf{Q} соответствует следующим значениям ее элементов:

$$q_1 = q_2 = \frac{7e - 1}{3^3} = 2,6e - 2,$$

$$q_3 = q_4 = q_5 = \frac{7e - 4}{3^3} = 2,6e - 5.$$

Типичное поведение оценки Φ_{Up} на всем протяжении полета при оптимальном значении $\|\mathbf{Q}\|$ показано на рис. 3, в сравнении с прямым измерением ошибки БИНС по курсу относительно эталонного значения. Вли-

яние компенсации Φ_{Up} на ошибки БИНС по скорости показано на рис. 4. Существенное уменьшения размаха ошибок по скорости, а также соответствие оценки ошибки по курсу истинному значению, свидетельствует о состоятельности полученных оценок.

ВЫВОДЫ

Рассмотрен метод автоматического поиска значения ковариационной матрицы входного шума, оптимальной для получения качественной и состоятельной оценки ошибки БИНС по курсу. Тестирование проводилось в рамках имитационного моделирования на большом количестве случайных реализаций. Для большинства реализаций оптимальное значение нормы ковариационной матрицы входного шума одинаковое, что говорит об эффективности метода, поскольку весь ансамбль реализаций соответствовал одинаковым статистическим характеристикам погрешностей инерциальных приборов. Сформулированы критерии качественной и оптимальной оценки, а также рассмотрены вопросы наблюдаемости ошибки БИНС по курсу. Метод интересен в практических применениях с точки зрения уменьшения объема априорной информации, требуемой для настройки фильтра Калмана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Salychev O. S. Verified approaches to inertial navigation. Bauman MSTU Press, 2017. 368 p.
2. Stepanov, O. A. Optimal and sub-optimal filtering in integrated navigation systems. Aerospace Navigation Systems. 2016. pp. 244–298.
3. Wei Li, Jinling Wang. Effective Adaptive Kalman Filter for MEMS IMU/Magnetometers Integrated Attitude and Heading Reference System. The Journal of Navigation. 2013, Volume 66, issue 1. pp. 99–113.
4. Titterton D. H., Weston J. L. Strapdown Inertial Navigation Technology, 2nd ed., American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2009. 581 p.
5. Farrell J. A. Aided Navigation. GPS with High Rate Sensors. McGraw-Hill, 2008. 552 p.
6. Степанов О. А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации. Ч. 2. Введение в теорию фильтрации. СПб.: ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2017. 428 с.
7. Терешков В. М. Полунатурное моделирование датчиков инерциально-спутниковых навигационных систем. Наука и образование. 2010. № 8. URL: <http://old.technomag.edu.ru/doc/152269.html> (дата обращения 14.05.2018).
8. Коркишко Ю. Н. [и др.]. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы на основе волоконно-оптических гироскопов. Гироскопия и навигация. 2014, № 1(84). С. 14–25.
9. C. Goodall, S. Carmichael, N. El-Shemy, B. Scannel. INS Face Off. MEMS vs. FOGs. Inside GNSS, 2012. URL: <http://www.insidegnss.com/node/3123> (дата обращения 26.11.2017).
10. Пазычев Д. Б. Балансировка бесплатформенной инерциальной навигационной системы среднего класса точности. Наука и образование. 2011. № 3. URL: <http://old.technomag.edu.ru/doc/168994.html> (дата обращения 25.11.2017).

© Мкртчян Валерий Игоревич (bel_val17@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА МИКРОФЛЮИДНОГО ДАТЧИКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

DEVELOPMENT OF A HIGH-PRECISION MICROFLUIDIC DIFFERENTIAL PRESSURE SENSOR

N. Shipulya

Summary. This paper presents the results of development of the differential microfluidic pressure sensor. The principle this structure is based on the differential pressure in the microfluidic Wheatstone bridge. This microfluidic bridge is a prototype of the Wheatstone electric bridge, only with a replacement electrical to microfluidic lines. The advantage of such a sensor was the absence of numerous regulating mechanical valves and membranes, creating measurement errors. A prototype microfluidic system of silicon and glass was created to test the behavior of the microfluidic Wheatstone bridge. Practice has shown that in the experimental sample laminar flow regime is preserved, there is no turbulence. This principle of measuring differential pressure is unique and innovative.

Keywords: differential pressure sensor, microfluidics, microfluidic Wheatstone bridge, autocalibration.

Шипуля Наталья Дмитриевна

Аспирант, Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики
natalya.shipulya27@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты разработки новой конструкции датчика дифференциального давления, принцип действия которого основан на перепаде давления в микрофлюидном мостике Уитстона. Микрофлюидный мостик является прототипом электрического мостика Уитстона, лишь с тем отличием, что электрические линии связи заменены на жидкостные. Преимуществом работы такого датчика являлось отсутствие многочисленных регулирующих механических клапанов и мембран, создающих погрешности измерений. Для проверки поведения микрофлюидного мостика Уитстона был создан прототип микрофлюидной системы из кремния и стекла. Практика показала, что в экспериментальном образце сохраняется ламинарный режим потока, отсутствуют завихрения и турбулентности. Данный принцип измерения дифференциального давления является уникальным и инновационным.

Ключевые слова: дифференциальный датчик давления, микрофлюидика, микрофлюидный мостик Уитстона, автокалибровка.

Введение

В данной работе рассмотрен инновационный микрофлюидный датчик дифференциального давления. Уникальность конструкции заключается в использовании микрофлюидного мостика Уитстона, который лег в основу измерительного процесса. Для эпохи миниатюризации и сверхточности такой датчик выполняет требования современного рынка, что обеспечивает полезность и актуальность создание такого прибора. Микрофлюидный мостик Уитстона широко известен в кругах биомедицины и аналитической химии [7]. Такое устройство может выполнять роль сепаратора, ловителя, микроконтроллера потоков газа и жидкости [8]. Но не только в таких отраслях будет полезна эта структура. Пользуясь технологическими возможностями метода плазмохимического травления [6], получить микрофлюидную структуру с каналами порядка 40 мкм не составляет никакого труда.

На современном рынке существуют высокоточные датчики дифференциального давления, как отечественного производства, так и зарубежного [1, 3, 9]. В силу своих принципов работы и других технологических тонкостей, они не могут претендовать на уникальные приборы высокого класса точности, совмеща в себе

портативные габариты, мобильность и стоимостные характеристики.

Принцип действия предлагаемого датчика дифференциального давления

Предложенная конструкция датчика дифференциального давления содержит в себе микрофлюидный мостик Уитстона. Этот мостик является аналогом электрического мостика Уитстона [2], представленного на Рис. 1.

Отличие заключается в том, что электрические линии связи заменены на микрофлюидные микроканалы с потоком рабочей среды. На Рис. 2 представлена схема микрофлюидного мостика Уитстона с характерными размерами.

Такая пятиканальная микрофлюидная система имеет области с повышенным и пониженным гидравлическим сопротивлениями. Области R_H — соответствуют областям постоянного низкого сопротивления. Они выполняют роль равномерности и сохранения ламинарного режима в системе, чтобы на входе в мостиковый канал R_M не было завихрений и турбулентности. Микроканалы R_1, R_2, R_3 и R_X аналогичны плечам в электрическом мости-

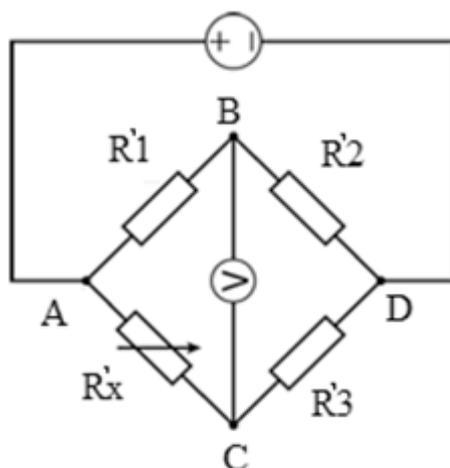


Рис. 1. Электрическая схема измерительного мостика Уитстона: $R'1-3$ — «плечи» мостика; AD — диагональ питания; BC — измерительная диагональ; $R'x$ — элемент с переменным сопротивлением; V — гальванометр [2]

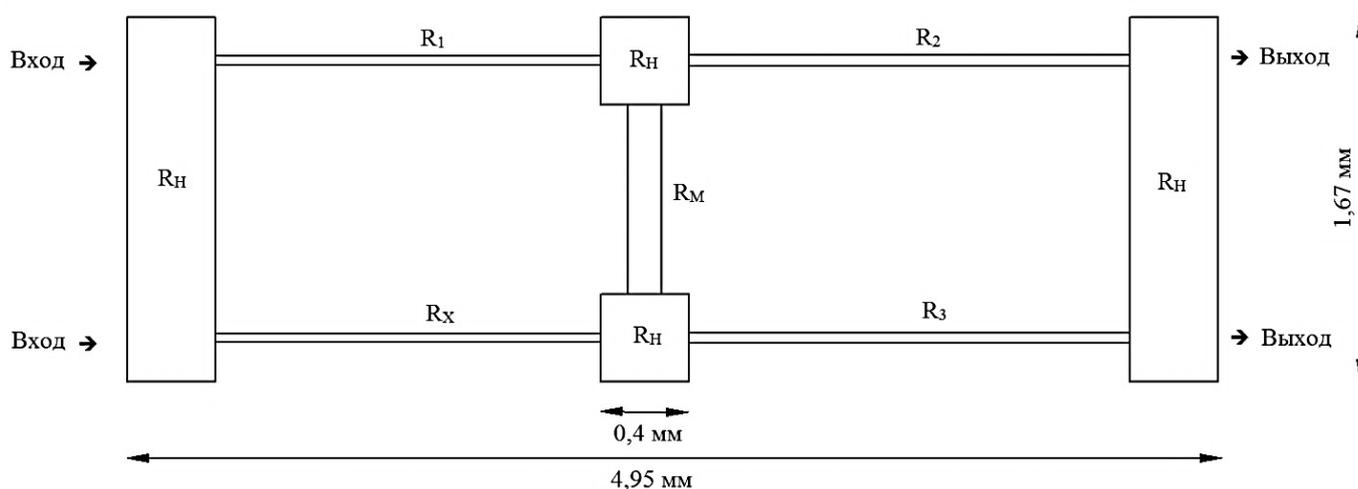


Рис. 2. Схема пятиканальной микрофлюидной системы, вид сверху: R_1, R_2, R_3 — микроканалы с постоянными значениями ширины и гидравлическими сопротивлениями; R_x — микроканал с переменным значением ширины и различными гидравлическими сопротивлениями; R_m — мостовой канал; R_n — области с постоянным низким сопротивлением [5]

ке. Они имеют постоянное высокое гидравлическое сопротивление. Микроканалы R_1, R_2, R_3 имеют постоянную ширину, а микроканал R_x — переменную. Ширина переменного канала выбирается на стадии изготовления структуры. Она влияет на гидравлическое сопротивление микроканала, соответственно, от этого зависит сбалансированное состояние мостика. Тем самым система имеет вариативность исполнения. Ширина выбирается в зависимости от требуемого диапазона измерения давления.

На Рис. 3 представлена схема принципа работы микрофлюидного датчика дифференциального давления.

Общую схему можно разделить на пять блоков: опорный источник дифференциального давления (А), коммутирующее устройство (Б), мембранный чувствительный элемент (В), блок управления (Г) и устройство индикации (Д). Система приходит в действие, когда в микрофлюидном контуре создаётся поток с неизвестными давлениями на входе и выходе. Постоянство потока поддерживается действием микронасоса (5). Проходя через пятиканальную микрофлюидную систему, поток жидкости с пониженным давлением выходит через боковые ответвления мостикового канала (10,11), называемым опорным давлением ΔP_{on} . Через коммутирующее устройство (Б) в мембранный чув-

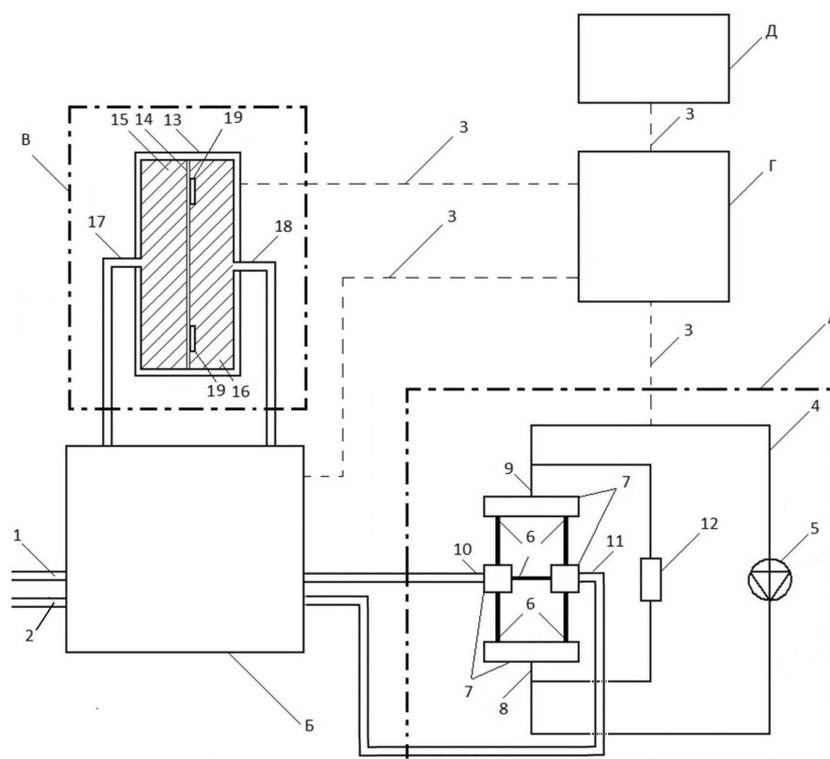


Рис. 3. Датчик дифференциального давления: А — опорный источник дифференциального давления; Б — коммутирующее устройство; В — мембранный чувствительный элемент; Г — блок управления; Д — устройство индикации; 1, 2 — входы неизвестного внешнего дифференциального давления; 3 — электрические линии управления и связи; 4 — микрофлюидный контур; 5 — микронасос; 6 — система из пяти микроканалов с постоянным высоким гидравлическим сопротивлением; 7 — полости с постоянным низким гидравлическим сопротивлением; 8, 9 — входы пятиканальной микрофлюидной структуры; 10, 11 — выходы пятиканальной микрофлюидной структуры; 12 — датчик дифференциального давления высокого диапазона; 13 — корпус; 14 — упругая мембрана; 15, 16 — полости; 17, 18 — вводяные каналы давления рабочей среды; 19 — тензорезисторы [4]

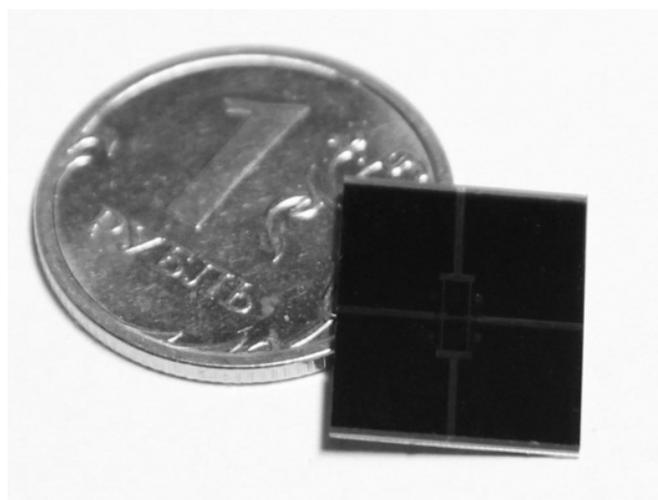


Рис. 4. Пятиканальная микрофлюидная структура из кремния и стекла

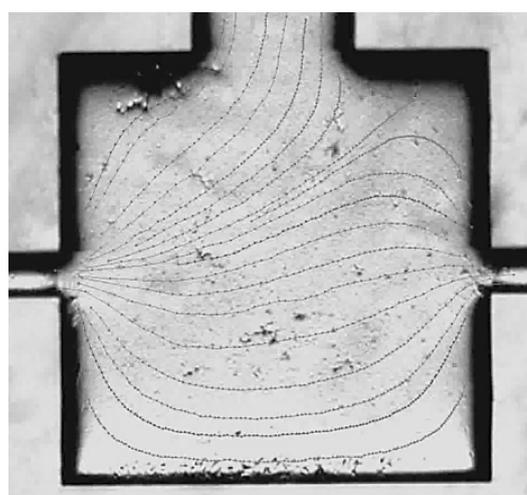


Рис. 5. Экспериментальные линии тока в области пониженного гидравлического сопротивления [5]

ствительный элемент (В) попеременно подаются два потока — неизвестный, который надо измерить $\Delta P_{\text{изм}}$ и поток с пониженным давлением $\Delta P_{\text{оп}}$. Сравнивая эти два сигнала, система в циклическом режиме изменяет сигнал пониженного давления до тех пор, пока оба сигнала не будут равны. Затем производится простейшее элементарное вычисление пониженного давления в пятиканальной микрофлюидной системе, и блок индикации выдаёт окончательный результат измерения. Вычисление является элементарным, потому что выполняется в одно действие. Поток с пониженным давлением — это есть отношение разницы перепада давлений между входом и выходом пятиканальной микрофлюидной системы $\Delta P_{\text{оп}}$ (8,9) к коэффициенту понижающего давления k . Где коэффициент понижающего давления k — это величина, зависящая от ширины переменного канала R_x , задаваемого при производстве микрофлюидной структуры. Коэффициент понижающего давления k может принимать значения от 1 до 1000. Измерение опорного давления $\Delta P_{\text{оп}}$ производится датчиком дифференциального давления высокого диапазона (12) с абсолютной погрешностью $\pm P_{\text{вх}}$. Погрешность определения опорного дифференциального давления $\Delta P_{\text{оп}}$ и соответственно измеряемого дифференциального давления $\Delta P_{\text{изм}}$ будет определяться как $\pm P_{\text{вх}}'/k$. То есть абсолютная погрешность уменьшается в k раз [4].

Проверка ламинарности

Для проверки работоспособности данного устройства была изготовлена пятиканальная микрофлюидная структура из кремния со стеклом (Рис. 4) [6].

Был проведён эксперимент на проверку сохранения режима ламинарности потоков жидкости при переходе из области повышенного гидравлического сопротивления в пониженную. На Рис. 5 изображен фрагмент структуры с областью пониженного гидравлического сопротивления. Пунктирные линии соответствуют линиям тока. Характер поведения линий тока описывает ламинарный режим потока. Это доказывает, что система имеет постоянство ламинарного режима без завихрений и турбулентности.

Результаты

В современном мире всё стремится к миниатюризации и высокотехнологичности, поэтому в данной статье представлена принципиально новая схема датчика дифференциального давления. Благодаря своей упрощённой системе измерения, а также отсутствию дополнительных механических клапанов и других многочисленных элементов, создающих большие погрешности измерений, данный прибор обладает высокой точностью измерений и низкой погрешностью. Точность такого датчика составляет 0,001 Па, диапазон измерений до 1000 Па. Обладая набором инновационных решений таких как, жидкая или газообразная рабочая среда, отсутствие механических элементов, элементарное вычисление и микрогабариты — прибор сохраняет высокую точность измерений в расширенном температурном диапазоне от -40°C до $+50^\circ\text{C}$, а также в условиях вибраций и экстремальной окружающей обстановке.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям.

ЛИТЕРАТУРА

1. БД Сенсор РУС. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bdsensors.ru/>
2. Ким Д.Б., Кропотов А. А., Герашенко Л. А. Физика: Электричество и электромагнетизм: Лабораторный практикум. — Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. — 144 с.
3. Меандр. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.meandr.ru/>
4. Пат. 172269 РФ. Датчик дифференциального давления/ Н. Д. Шипуля, С. А. Конаков // Бюл. — 2017. — № 19.
5. Шипуля Н. Д. Моделирование микрофлюидного датчика для высокоточных измерений: дис. магистра материаловедения и технологии материалов. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, 2017.
6. Konakov S.A., Krzhizhanovskaya V. V. 3D simulation and analytical model of chemical heating during silicon wet etching in microchannels// Journal of Physics: Conf. Ser. 2016. 681(1), P. 012035.
7. Sackmann E., Fulton A., Beebe D. The present and future role of microfluidics in biomedical research// Nature. 2014. Vol. 507(7491), P. 181–189.
8. Tanyeri M., Ranka M., Sittipolkul N. and Schroeder C. Microfluidic Wheatstone bridge for rapid sample analysis// Lab on a Chip. 2011. Vol. 11(24), P. 4181–4186.
9. WIKA. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://en-co.wika.de/home_en_co.WIKA

© Шипуля Наталья Дмитриевна (natalya.shipulya27@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ ПОТОКА ОТКАЗОВ И ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

MODEL OF FUNCTIONING OF A TRANSPORT NETWORK OF COMMUNICATION IN THE CONDITIONS OF A STREAM OF FAILURES AND INFLUENCE OF DESTABILIZING FACTORS

**O. Gadan
S. Krivtsov
Hamdan Mohammed Ribhi As Hell
G. Baiseitov
Abd Al-Qadar Ahmed Yassin**

Summary. the article deals with the model of functioning of the transport network in the conditions of the flow of failures and the impact of destabilizing factors. The purpose and structure necessary for the description, assessment of a condition and influence on a network is defined. A number of private subtasks are considered: operational control of network elements parameters and quality of service (QoS), measurement of diagnostic parameters of transport communication network, reservation, restoration and repair of transport communication network elements. The algorithm of functioning of a transport network of communication in the conditions of a stream of failures and influence of destabilizing factors is considered.

Keywords: transport communication network, model of functioning, operational control of parameters, algorithm of functioning, flow of failures, influence of destabilizing factors.

Повышение устойчивого функционирования транспортной сети связи (ТрСС) в условиях воздействия дестабилизирующих факторов (ВДФ) является важной научно — технической задачей при их исследовании, проектировании и эксплуатации. Это, прежде всего, связано с множеством функционирующих процессов в них, которые характеризуются своими описываемыми параметрами.

Жадан Олег Павлович
Преподаватель, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
gadan_op@mail.ru

Кривцов Станислав Петрович
Старший преподаватель, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
staskriv@mail.ru

Хамдан Мохамед Рибхи Ас'ад
Адъюнкт, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
hamdan.mohamed@yandex.ru

Байсаитов Гани Нуралиевич
К.т.н., ФГКВООУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
bayyseitov.ganinurgalievich@rambler.ru

Абд Аль Кадар Ахмед Ясин
К.т.н., Хатайский университет имени Мустафы Кемаля. Турция, г. Хатай
dahmedaboyassin@gmail.com

Аннотация. в статье рассматривается модель функционирования транспортной сети связи в условиях потока отказов и воздействия дестабилизирующих факторов. Определяется цель и структура необходимая для описания, оценки состояния и воздействия на сеть. Рассматривается ряд частных подзадач: осуществляющей оперативный контроль параметров элементов сети и качества обслуживания (QoS), измерение диагностических параметров транспортной сети связи, резервирование, восстановление и ремонт элементов транспортной сети связи. Рассмотрен алгоритм функционирования транспортной сети связи в условиях потока отказов и воздействия дестабилизирующих факторов.

Ключевые слова: транспортная сеть связи, модель функционирования, оперативный контроль параметров, алгоритм функционирования, поток отказов, воздействие дестабилизирующих факторов.

Учитывая сложность объекта исследования и условий его функционирования, необходимо определить цель и структуру необходимую для описания, оценивания состояния и воздействия на сеть.

При формировании модели функционирования ТрСС в условиях потока отказов и воздействия дестабилизирующих факторов необходимо определить:

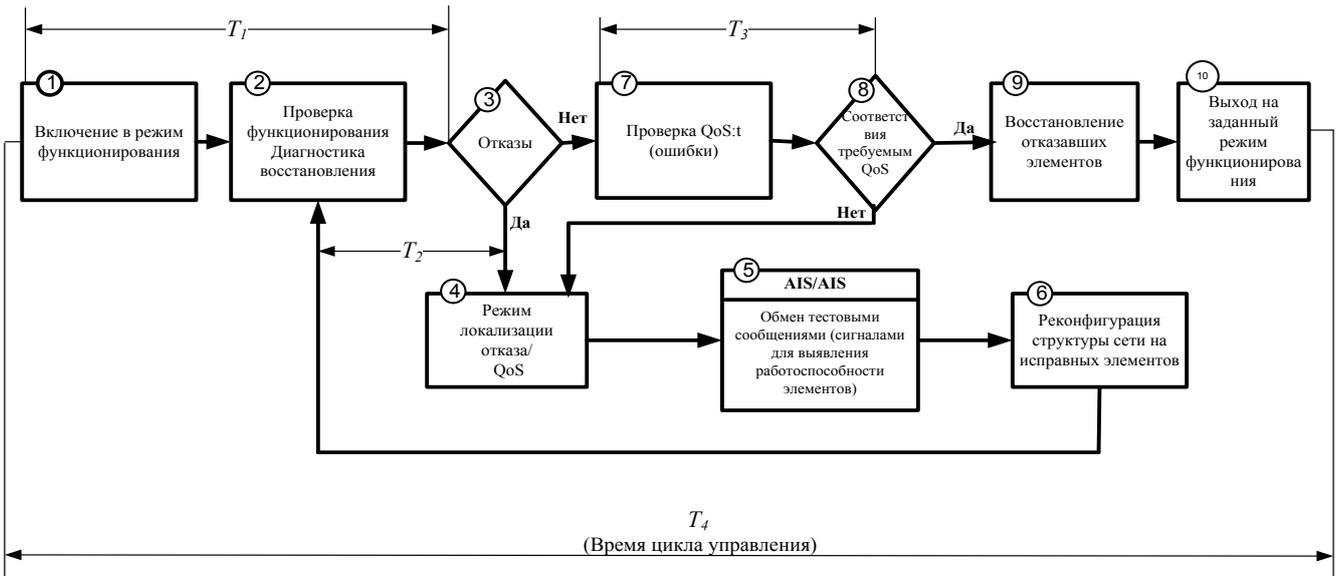


Рис. 1. Блок схема процесса функционирования уровня ТрСС

- 1) назначение сети связи и совокупность, решаемых ею задач;
- 2) совокупность условий функционирования сети связи;
- 3) выбор показателей качества функционирования сети;
- 4) перечень и характеристики, действующих на сеть связи факторов, подлежащих обязательному учету при синтезе;
- 5) совокупность ограничений на имеющиеся ресурсы, с помощью и с использованием которых будет функционировать ТрСС.

Функционирование сетей электросвязи, входящих в состав сети связи общего пользования (ССОП), в условиях ВДФ физического или технологического характера (далее — дестабилизирующие факторы) определяется свойством сети, называемым устойчивостью. Обеспечение устойчивости заключается в сохранении функционирования сетей электросвязи в условиях мирного времени, в чрезвычайных ситуациях. Классификация, состояние, оценка устойчивости объектов электросвязи к ВДФ в [3].

Высокая устойчивость сети связи определяется ее способностью выполнять свои задачи по передаче сообщений с требуемым качеством при всех ВДФ и является центральной как по значимости данного свойства системы, так и по сложности ее достижения.

Для реализации устойчивого функционирования ТрСС необходимо применять систему управления (СУ), которая отвечает современным требованиям и выполняет основные задачи: своевременно обнаруживает неисправности и отказы в оборудовании;

управляет конфигурацией сети; резервирует и восстанавливает элементы сети; управляет сетевым трафиком [1].

Одним из основных подходов рассмотрения функционирования ТрСС в условиях потока отказов и воздействия дестабилизирующих факторов имеет уровневую архитектуру, в которой в соответствии относительно эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) выделяются уровни физический, каналный, сетевой.

Модель функционирования сети предполагается выполнить на каждом уровне отдельно с возможностью последующего объединения результатов по остальным уровням сети.

Процесс функционирования включает в себя ряд частных подзадач: осуществляющей оперативный контроль параметров элементов сети и качества обслуживания (QoS), измерение диагностических параметров ТрСС, резервирование, восстановление и ремонт элементов ТрСС.

В данной блок схеме процесса функционирования уровня ТрСС реализуются базовые операции:

- ♦ включение в режим функционирования (поступление потока или идентификация (сигнала) в оборудование ТрСС);
- ♦ проверка функционирования встроенными средствами диагностики оборудования ТрСС;
- ♦ определение на наличие или на отсутствие отказов в оборудовании;
- ♦ проверка качества обслуживания в оборудовании ТрСС QoS.

Таблица 1. Исходные данные для моделирования

n	количество отказов
m	количество отказов по соответствию параметров
S	количество потоков
t_1	длительность измерения параметров ТрСС уровня
t_2	длительность обработки параметров уровня ТрСС
t_3	длительность определения типа неисправности на ТрСС
t_4	длительность определения исправных элементов ТрСС
t_5	длительность изменения топологической структуры ТрСС
t_6	длительность обработки параметров QoS ТрСС
t_7	длительность восстановления ТрСС на уровне сети
t_8	длительность функционирования нормального состояния
$T_{цус}$	длительность одного цикла, где S -поступивший поток по порядку
$T_{циср}$	среднее время одного цикла управления.
T_n	время неисправности системы (уровня)
$T_{нсп}$	среднее время неисправности системы (уровня)
$T_{иср}$	среднее время исправности системы
K_r	коэффициент готовности системы
$P_{отк}$	вероятность отказа системы
P_{ij}	параметр показателя качества, где i - индекс обозначающий тип технологии; j - индекс обозначающий параметр i -го типа технологии.
$T_{с+1}$	время поступление следующего потока
$T_{огр}$	время ограничения поступления потоков

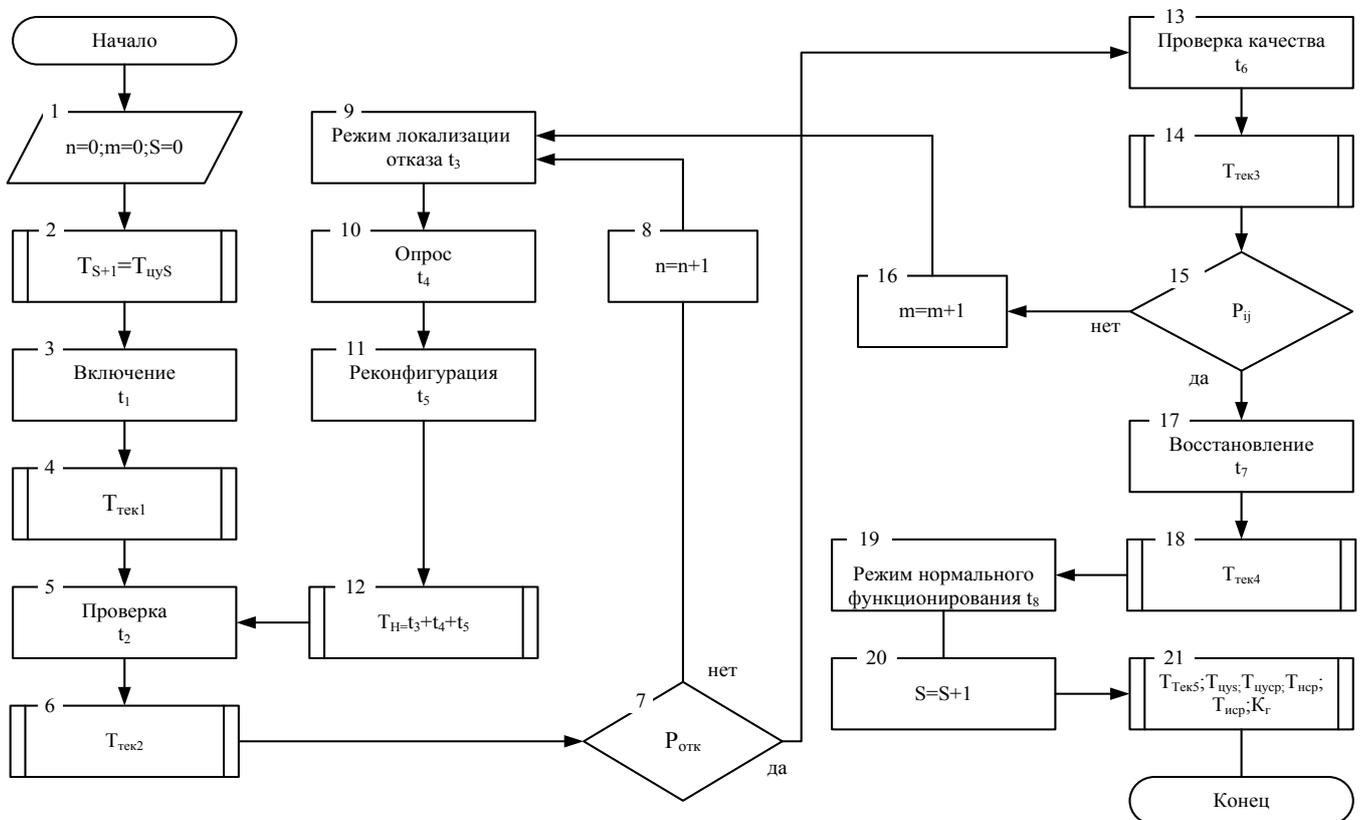


Рис. 2. Алгоритм функционирования ТрСС в условиях потока отказов и ВДФ

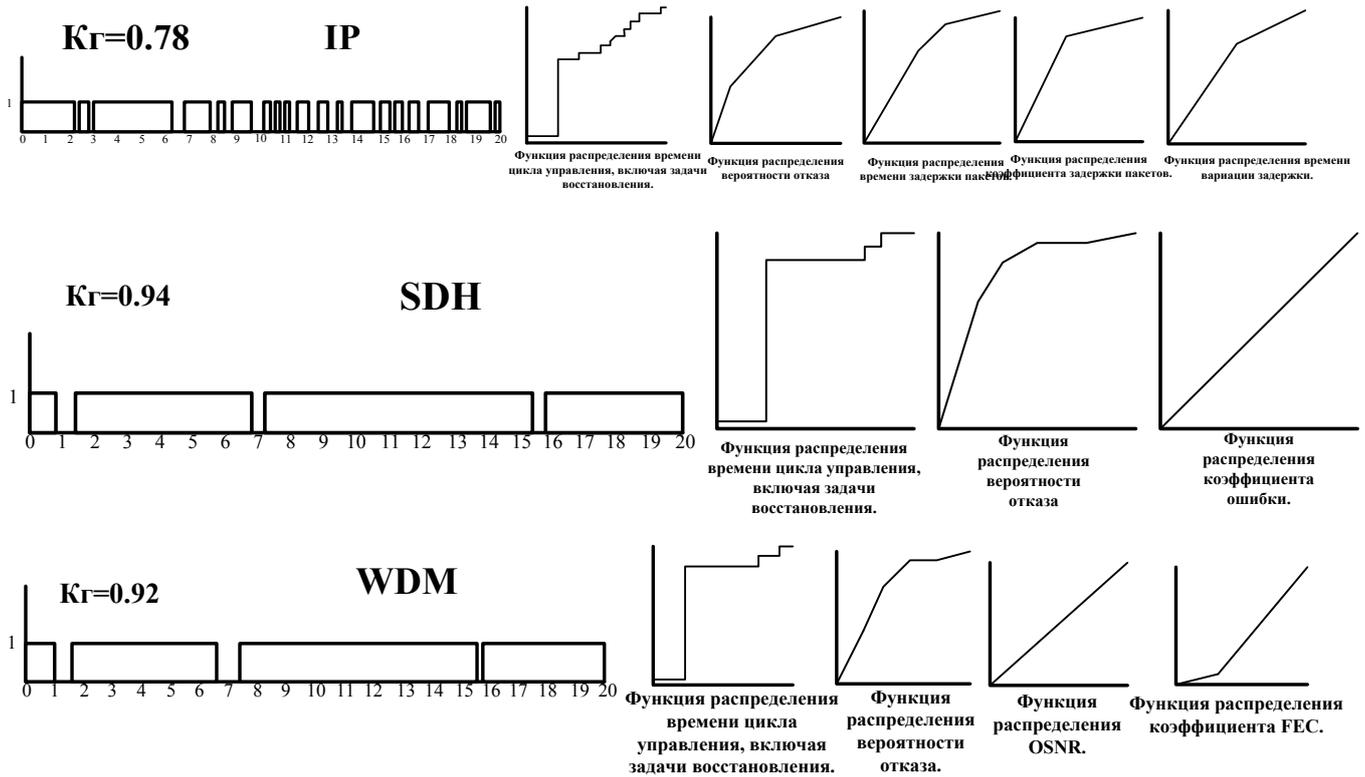


Рис. 3. Временные диаграммы функционирования рассматриваемых уровней.

- ♦ определение на соответствия требуемым параметрам уровня ЭМВОС OSI на QoS;
- ♦ устранение или локализация отказов элементов ТрСС;
- ♦ обмен тестовыми сообщениями (сигналами), для выявления работоспособность элементов на ТрСС;
- ♦ реконфигурация структуры сети на исправных элементах ТрСС;
- ♦ восстановление отказавших элементов ТрСС;
- ♦ выход на заданный режим функционирования ТрСС.

В соответствии с приведенным описанием операций блок схемы процесса функционирования уровня ТрСС, сформулируем алгоритм функционирования ТрСС в условиях потока отказов и ВДФ. (Рис. 2)

Исходные данные для моделирования исследуемого процесса представлены в таблице 1.

Имитируется поступление потока на передачу сообщений через интервалы времени T. При нормальном функционировании системы отвечающим и выполняющим требованиям системы модельного времени (МВ) принимает значение T τ S.

Интервалы времени поступления потока на вход системы равны времени предыдущего цикла управления.

При поступлении потока во времени t 2 вероятность отказа системы будет равна P $0t_k$, которая распределяется по экспоненциальному закону. При поступлении потока во времени t 6 вероятность соответствия параметрам будет равна P ij , которая распределяется по экспоненциальному закону.

Если хотя бы один показатель параметра QoS не соответствует нормативным значениям исправного состояния ТрСС, то необходимо провести ряд мероприятий по восстановлению работоспособного состояния ТрСС:

- ♦ определить причину изменения параметров QoS;
- ♦ изменить параметры элементов ТрСС на время восстановления за время t 6 ,
- ♦ с помощью основных блоков блок схемы восстановить ТрСС за время t 7 .

По окончании восстановительных работ проводят контрольные измерения параметров ТрСС, чтобы убедиться в достоверности восстановления ТрСС.

После обработки измеренных значений параметров элементов ТрСС проводят ряд мероприятий по восстановлению ТрСС[4]:

- ♦ определяет тип неисправности за время T n ;
- ♦ производит анализ или диагностику состояния элементов ТрСС за время t 4 ;

- ◆ изменяет топологическую структуру ТрСС за время реконфигурации t_5 .

В дальнейшем если все показатели параметров QoS соответствуют нормативным значениям исправного состояния ТрСС, то функционирование СУ ТрСС завершается, и ТрСС замыкается.

Необходимо определить среднее время выполнения всех процессов, происходящих в ТрСС процесса функционирования.

Ограничения и допущения:

1) При разработке модели ТрСС использовались следующие предположения и допущения[5]:

- ◆ в каждый УС представленных систем определенного уровня поступают потоки отказов, промежутки времени, между поступлениями которых распределены по закону, соответствующему виду поступающей нагрузки;
- ◆ поток отказов воздействует на каждый уровень, число которых задается в исходных данных;
- ◆ динамика интенсивности потока отказов задается в исходных данных;
- ◆ интервалы обслуживания заявок являются величинами случайными, законы распределения, которых соотнесены с техническими характеристиками оборудования эксплуатирующих на УС ТрСС и задаются в исходных данных;
- ◆ сеть обладает структурой резервирования и восстановления;

- ◆ дисциплина обслуживания соответствует функциональным параметрам моделируемого УС ТрСС и задается в исходных данных;
- ◆ структура модели УС ТрСС не меняется;
- ◆ функции распределения случайных величин относятся к классу экспоненциальных;
- ◆ время реализации отдельных операций искомого процесса имеют экспоненциальное распределение;
- ◆ модель предполагает отсутствие новых отказов до окончания обработки предыдущей;
- ◆ потоки отказов являются неконкурирующими.

2) Предложенный алгоритм функционирования ТрСС в условиях потока отказов и ВДФ можно представить в виде имитационной модели.

На основании полученных результатов, временных длительностей, которые характеризуют состояние ТрСС по показателю коэффициента исправного действия на соответствующих уровнях сети, можем оценить свойства устойчивости ТрСС в условиях потока отказов и ВДФ.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- ◆ предложенная модель функционирования ТрСС в условиях потока отказов и ВДФ работоспособна и чувствительна к изменению исходных данных, а результаты моделирования согласуются со статистическими данными по затрачиваемому времени на восстановление ТрСС;
- ◆ предложенная модель позволяет определить среднее время, необходимое для выполнения всех процессов функционирования по восстановлению на рассматриваемом уровне ТрСС.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. К. Канаев, М. А. Сахарова, Е. В. Скуднева. Математическая модель процесса функционирования системы управления сетью передачи данных при запросах на определение ее технического состояния. Известия ПГУПС, 2015, № 1, с. 91–98.
2. Алисевиц Е. А., Губская О. А., Жадан О. П., Стахеев И. Г. «Алгоритм оперативно-технического управления сети связи специального назначения на основе дискретно-событийной модели». Современная наука: актуальные проблемы теории и практики, 2017, № 07–08, с. 13–16.
3. ГОСТ Р 53111–2008 Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки.
4. Исаков Е. Е., Мякотин А. В., Губская О. А., Кривцов С. П. Оптимальная цифровизация военных систем связи. Современная наука. Актуальные проблемы теории и практики. Серия естественные и технические науки № 3–4. 2017. С. 22–26
5. Исаков Е. Е., Мякотин А. В., Жадан А. П., Кривцов С. П., Басулин Д. В. Оценка необходимых и достаточных значений реальной пропускной способности военных систем передачи информации. Информация и космос. Радиотехника и связь. СПб. 2017. С. 133–136.

© Жадан Олег Павлович (gadan_op@mail.ru), Кривцов Станислав Петрович (taskriv@mail.ru),

Хамдан Мохамед Рибхи Ас'ад (hamdan.mohamed@yandex.ru), Байсаитов Гани Нуралиевич (bayyseitov.ganinuralievich@rambler.ru),

Абд Аль Кадар Ахмед Ясин (dahmedaboyassin@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСНОВНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ НА ЭТАПАХ ПЛАНИРОВАНИЯ И РЕКОНФИГУРАЦИИ В РАМКАХ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

THE MAIN METHODOLOGICAL ISSUES
ON THE FORMATION
OF THE MORPHOLOGICAL STRUCTURE
OF THE TRANSPORT NETWORK
AT THE STAGES OF PLANNING
AND RECONFIGURATION IN THE
FRAMEWORK OF MANAGEMENT TASKS

O. Gadan
S. Krivtsov
Hamdan Mohammed Ribhi As Hell
G. Baiseitov
Abd Al-Qadar Ahmed Yassin

Summary. the article deals with methodological issues on the formation of the morphological structure of the transport network at the stages of planning and reconfiguration in the framework of management tasks. Substantiates coherent communication network as an information transport medium. The solution of the problem consists in determining the rational mapping of the set of interrelated functions performed by the TRSS, the set of interconnected communication nodes with the technical means used for them, taking into account the costs of the creation, development and operation of the system, ensuring the requirements for the efficiency of management and sustainability of operation.

Keywords: morphological structure of the communication transport network, management tasks, synthesis of the structure of the communication transport network, topological structure of the system.

Жадан Олег Павлович

Преподаватель, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого»
(г. Санкт Петербург)
gadan_op@mail.ru

Кривцов Станислав Петрович

Старший преподаватель, ФГКВООУ ВО «Военная
академия связи им. Маршала Советского
Союза С. М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
staskriv@mail.ru

Хамдан Мохамед Рибхи Ас'ад

Адъютант, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого» (г. Санкт
Петербург)

hamdan.mohamed@yandex.ru

Байсаитов Гани Нуралиевич

К.т.н., ФГКВООУ ВО «Военная академия связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого» (г. Санкт
Петербург)

bayyseitov.ganinurgalievich@rambler.ru

Абд Аль Кадар Ахмед Ясин

К.т.н., Хатайский университет имени Мустафы
Кемалея. Турция, г. Хатай
dahmedaboyassin@gmail.com

Аннотация. в статье рассматриваются методологические вопросы по формированию морфологической структуры транспортной сети связи на этапах планирования и реконфигурации в рамках задач управления. Обосновывается взаимосвязанная сеть связи как информационная транспортная среда. Решение задачи состоит в определении рационального отображения множества взаимосвязанных функций, выполняемых ТрСС, на множество взаимосвязанных узлов связи с применяемыми на них техническими средствами при учете затрат на создание, развитие и функционирование системы, обеспечение требований по оперативности управления и устойчивости функционирования.

Ключевые слова: морфологическая структура транспортной сети связи, задачи управления, синтезе структуры транспортной сети связи, топологической структуры системы.

Введение

Современные телекоммуникационные системы и сети представляют сложный комплекс разнообразных технических средств, обеспечивающих передачу различных сообщений на любые расстояния

с заданными параметрами качества. Основу телекоммуникационных систем составляют многоканальные системы передачи по электрическим, волоконно-оптическим кабелям и радиолиниям, предназначенные для формирования типовых каналов и трактов. На основе систем передачи строится телекоммуникацион-

ная сеть страны, реализуемая в виде комплексов технологически сопряженных сетей электросвязи общего пользования, ведомственных и частных сетей электросвязи на территории России, охваченная общим централизованным управлением и называемая Взаимоувязанной сетью связи Российской Федерации (ВСС РФ).

Взаимоувязанная сеть связи как информационная транспортная среда кроме сетей передачи привычных сообщений позволяет создать:

- ◆ цифровую сеть связи с интеграцией служб, обеспечивающих полностью цифровые соединения между оконечными устройствами (терминалами) для предоставления абонентам широкого спектра услуг по передаче телефонных и нетелефонных сообщений, доступ к которым осуществляется через ограниченный набор стандартизированных многофункциональных интерфейсов;
- ◆ интеллектуальную сеть, которая может предоставить абонентам расширенный набор услуг в заданное время в заданном месте, например, установление телефонного соединения с оплатой за счет вызываемого абонента, вызов по кредитной карте, общение по сокращенному набору номера, телеголосование и др.;
- ◆ сотовые мобильные сети связи, предоставляющие абоненту, находящемуся в движении, возможность получить услуги связи в любом месте;
- ◆ широкополосные цифровые сети с интеграцией услуг со скоростью обмена информацией свыше 140 Мбит/с;
- ◆ высокоскоростные сети на основе транспонирования информации с помощью технологии асинхронного режима переноса (Asynchronous Transfer Mode — ATM) и др.

Сегодня любое современное техническое оборудование имеет в своем составе устройства контроля и управления (мониторинга) имеющую возможность функционирования в общепринятой многоуровневой модели управления TMN, которые функционируют по определенным правилам и требованиям [3]. Из-за появления новых образцов комплексов технических средств связи и обработки информации с расширенными возможностями функций контроля и управления требуют совершенствования самой структуры транспортной сети связи (ТрСС) и отдельных ее элементов.

Задача структурного построения подобных систем включает распределение элементов и подсистем в пространстве; выбор комплекс технических средств, обеспечивающих выполнение функций управления с учетом пространственно-иерархического располо-

жения; распределение множества функций по узлам системы с учетом применяемых технологий передачи информации и управления. При этом должны выполняться требования не только к качеству передаваемой информации, но и к качеству управления системы.

Решение задачи состоит в определении рационального отображения множества взаимосвязанных функций, выполняемых ТрСС, на множество взаимосвязанных узлов связи с применяемыми на них техническими средствами при учете затрат на создание, развитие и функционирование системы, обеспечение требований по оперативности управления и устойчивости функционирования.

При синтезе структуры ТрСС возникают задачи рационального распределения функций между всеми узлами связи, выбора технических средств в узлах и каналов связи между ними с учетом различных тактико-технических и технико-экономических характеристик [1].

Основными характеристиками, влияющими на выбор структуры ТрСС, являются динамические и стохастические характеристики, связанные с функционированием системы управления и элементов системы.

ТрСС должна обладать рядом характерных особенностей, основными из которых являются:

- ◆ распределенность элементов ТрСС, которые располагаются на значительной территории до зонального масштаба и включают в себя огромное количество управляемых и управляющих элементов;
- ◆ подвижность элементов ТрСС. Включает в себя управляющие и управляемые объекты различных типов, которые могут быть подвижными или неподвижными. Движение элементов осуществляется постоянно или периодически по установленным (детерминированным) или неустановленным (стохастическим) траекториям;
- ◆ наличие зон доступности ТрСС. Наличие функциональных взаимодействий между движущимися и неподвижными элементами в зоне или в узле доступа. Конфигурация зоны доступности определяется взаимным расположением элементов в пространстве и типами применяемых средств связи;
- ◆ быстродействие. Необходимость в оперативно-технической выработке управляющих воздействий, обусловленной особенностями ТрСС, которые накладывают высокие требования по быстродействию выполнения функций элементов;

- ◆ недопустимость потерь информации. Для ряда систем является важным недопустимость потерь информации определенного вида, что требует создание специальных мер защиты;
- ◆ живучесть системы. Во многих случаях функционирование ТрСС протекает в условиях различных факторов воздействий, что приводит к нарушению нормальной работы отдельных элементов. Это определяет необходимость выполнения при синтезе структуры специальных мероприятий, направленных на повышение живучести системы.

При создании или совершенствовании ТрСС важным этапом является разработка структуры системы. В общем случае задача синтеза структуры включает [2]:

- ◆ определение оптимального числа, расположения и вариантов построения узлов ТрСС;
- ◆ распределение функций управления по узлам и выбор варианта реализации задач управления;
- ◆ выбор мероприятий по обеспечению требуемой живучести системы;
- ◆ распределение функций и задач между средствами управления;
- ◆ выбор и распределение технических средств по узлам системы и т.д.

Анализ различных подходов к синтезу структуры ТрСС показал, что задачи синтеза могут быть разбиты на две группы. К первой относятся задачи, связанные с синтезом топологической структуры системы, состоящей в определении состава, территориального расположения и типа управляющих узлов на всех уровнях иерархии системы и каналов связи между ними.

Ко второй группе относятся проблемы синтеза функциональной структуры системы, т.е. распределение функций управления между узлами системы, включая объект управления и распределение технических средств по узлам системы.

Последовательность задач и этапов синтеза структуры ТрСС можно сформулировать следующим образом:

- ◆ формулировка задачи синтеза;
- ◆ обоснование и выбор критериев и характеристик вариантов построения структуры;
- ◆ определение состава узлов, в том числе и управления, и их взаимосвязей;
- ◆ формализация вариантов построения топологической структуры системы;
- ◆ определение состава функций и задач управления и их взаимосвязей;
- ◆ определение вариантов их выполнения;

- ◆ определение возможного набора технических средств выполнения функций и задач управления;
- ◆ модель оптимизации топологической структуры системы;
- ◆ имитационная модель топологической структуры;
- ◆ блок анализа и коррекции решений;
- ◆ модель оптимизации функциональной структуры системы;
- ◆ имитационная модель функциональной структуры системы;
- ◆ блок анализа и коррекции решения;
- ◆ формализация вариантов выполнения функций и задач;
- ◆ формализация построения функциональной структуры системы;
- ◆ оптимальный (рациональный) вариант структуры ТрСС.

На первоначальных этапах формулируются требования к разрабатываемой системе, выбирается и обосновывается состав учитываемых характеристик и критериев эффективности вариантов структуры системы. Определяется возможный состав узлов, варианты построения и территориальное расположение. Определяются функции управления в системе, которые необходимо детализировать до комплекса взаимозавязанных задач и вариантов их решения [3].

На следующем этапе сформированные варианты построения комплекса взаимосвязанных задач управления и варианты построения управляющих узлов, которые будут служить основой для формализации этапов синтеза топологической и функциональной структуры системы [4].

Таким образом, процесс синтеза структуры ТрСС включает последовательность решения взаимосвязанных задач синтеза основных элементов и частей системы, которые позволят произвести выбор наилучшего варианта всей системы по заданным критериям оптимальности. На каждом из этапов синтеза необходимо применять оптимизационно-имитационные процедуры с обязательной проработкой и уточнением вариантов построения отдельных подсистем, с учетом их динамических, а в некоторых и стохастических характеристик функционирования элементов управления и их взаимодействий между собой. При этом в процессе синтеза могут быть использованы итеративные схемы решения, с обязательной функцией возврата к предыдущим шагам синтеза с целью уточнения критериев и ограничений задач, состава и характеристик элементов топологической и функциональной структуры системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способы синхронизации цифровой сети и их классификация / Алексеев Ю. А., Барков В. А., Колтунов М. Н. //Электросвязь, 1988, № 10.
2. Имитационное моделирование в задачах синтеза структур сложных систем (оптимизационно — имитационный подход) / Цвиркун А. Д., Акинфиев В. К., Филиппов В.А // — М. Наука, 1985.
3. Жадан О. П., Стахеев И. Г., Штеренберг И.Г «Алгоритм формирования архитектуры системы технологического управления полевой транспортной сети связи специального назначения». Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. научных статей / под. ред. С. М. Доценко, сост. А. Г. Владыко, Е. А Аникевич, Л. М. Минаков. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2014. С. 808–811

© Жадан Олег Павлович (gadan_op@mail.ru), Кривцов Станислав Петрович (staskriv@mail.ru),

Хамдан Мохамед Рибхи Ас'ад (hamdan.mohamed@yandex.ru), Байсаитов Гани Нуралиевич (bayuseitov.ganinurgalievich@rambler.ru),

Абд Аль Кадар Ахмед Ясин (dahmedaboyassin@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Будённого

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ANALYSIS OF POSSIBLE METHODS OF ENSURING INFORMATION SECURITY FOR SMALL ENTERPRISES

*Yu. Golodkov
A. Golodkova*

Summary. The article considers the issues of ensuring information security of small businesses. Attention of heads of small enterprises to the possibility of creating an information security system using inexpensive organizational legal measures.

Keywords: information security, information security, unauthorized access.

Для эффективного развития малых предприятий актуальным является надежная защита информации, определяющая профессиональные интересы организации. Руководители малых и, особенно, начинающих предприятий не считают первостепенной задачей обеспечение информационной безопасности деятельности всей фирмы и действий отдельных сотрудников. Отсутствие стратегии развития системы информационной безопасности предприятия приводит к повышению риска утечки информации и как следствие снижению экономических показателей. Немаловажной причиной является отсутствие квалифицированного персонала, в редких случаях небольшие компании могут похвастаться наличием в штате IT-специалиста. Обычно его функции выполняет опытный пользователь из числа штатных сотрудников или, в лучшем случае, приходящий системный администратор [1].

В данной статье не ставится задача описания современной системы обеспечения информационной безопасности, а уделяется внимание простым элементарным, но достаточно действенным мерам выявления каналов утечки информации. Для определения мероприятий по защите информации необходимо рассмотреть такие категории как требования к защищенности информации, средства защиты информации и пути повышения защищенности используемой информации.

Информационные компьютерные сети достаточно уязвима и в случае их блокирования работа всего предприятия или отдельного офиса парализуется. При работе с компьютерной информацией сотрудники организации, как правило, не подозревают о возможном

Голодков Юрий Эдуардович
ФГКОУ ВО Восточно-Сибирский институт МВД России
(г. Иркутск)
Yrg27@mail.ru
Голодкова Александра Валерьевна
ФГБОУ ВО Иркутский национальный
исследовательский технический университет
Alex17-27@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения информационной безопасности предприятий малого бизнеса. Обращено внимание руководителей малых предприятий на возможность создания системы защиты информации с использованием недорогих организационных правовых мер.

Ключевые слова: информационная безопасность, защита информации, несанкционированный доступ.

копировании, модифицировании или даже потери информации. Наиболее сложными видами обнаружения информационного мошенничества являются не кража информации, а ее наблюдение, копирование и искажение. При этом страдает достоверность, точность информации, корректность принимаемых управленческих решений. Криминальные элементы могут использовать компьютерные сети и информационные технологии в преступных целях, для скрытого получения информации, подготовки и осуществления неправомерных действий в отношении коммерческих интересов.

Авторами [2] отмечается, что при решении вопросов по обеспечению безопасности используемых автоматизированных информационных систем первостепенной задачей является определение требований к уровню защиты информации, используемой в информационной системе, который является критичным по требованию субъекта информации. Сложность задачи по обеспечению информационной безопасности определяется характером интересов субъектов информационных отношений.

В соответствии с требованиями руководящего документа [3] средства вычислительной техники (СВТ) от несанкционированного доступа подразделяются на семь классов защищенности. Первый класс отвечает самым высоким требованиям защищенности систем, седьмой класс имеет наиболее низкие показатели защищенности. Наиболее важными требованиями к защищенности СВТ являются следующие:

- ◆ надежное восстановление;
- ◆ контроль модификации;

- ◆ очистка памяти;
- ◆ идентификация и аутентификация;
- ◆ защита ввода и вывода на произвольный носитель информации и т.д.

Не обращать внимание на необходимость обеспечения информационной безопасности используемых средств вычислительной техники в информационной системе малого предприятия, ссылаясь только на вероятность отсутствия экономического интереса со стороны злоумышленников и на малый оборот денежных средств, большая стратегическая ошибка руководителя.

Руководящим документом [4] выделяется девять классов защищенности автоматизированных систем от несанкционированного доступа к информации. Для каждого класса разработаны определенные требования к средствам защиты. Классы подразделяются на три группы, состав которых определяется на основании следующих признаков:

- ◆ уровень полномочий пользователей информационной системы на доступ к конфиденциальной информации;
- ◆ наличие в информационной системе информации различного уровня конфиденциальности;
- ◆ режим обработки данных в информационной системе (коллективный или индивидуальный).

Каждая группа имеет свою иерархию классов.

Третья группа — определяет работу одного пользователя, допущенного ко всем данным автоматизированной системы, размещенной на носителях одного уровня конфиденциальности. Группа имеет два класса — 3Б и 3А.

Вторая группа — определяет работу пользователей, которые имеют одинаковые права доступа ко всем данным автоматизированной системы, хранимой и (или) обрабатываемой на носителях разного уровня конфиденциальности. Группа имеет два класса — 2Б и 2А.

Первая группа — определяет многопользовательские автоматизированной системы, где одновременно хранятся и (или) обрабатываются данные разных уровней конфиденциальности, и не все пользователи имеют доступ к ней. Группа имеет пять классов — 1Д, 1Г, 1В, 1Б, 1А.

Наиболее высокие требования относятся к классу 1А.

Для каждого класса существует минимальный набор требований по защите информационной системы, среди которых можно отметить наиболее актуальные показатели защиты:

- ◆ обеспечение целостности программных средств и обрабатываемой информации;
- ◆ использование сертифицированных средств защиты;
- ◆ учет носителей информации;
- ◆ сигнализация попыток нарушения защиты;
- ◆ проверка подлинности и контроль доступа субъектов к терминалам; компьютерам, узлам сети, внешним устройствам и программам;
- ◆ шифрование конфиденциальной информации;
- ◆ физическая охрана СВТ и носителей информации и т.д.

Рассмотренная классификация может быть применена к организации системы защиты информационной системы как крупного, так и малого бизнеса, использующих конфиденциальную информацию.

Наиболее известными средствами защиты информации являются физические, аппаратные, программные и организационные.

Назначение физических и аппаратных средств защиты информации заключается в построении конкретных технических барьеров на пути злоумышленников, в исключении возможных неумышленных (по ошибке или халатности) нарушений персонала и пользователей системы, а также устранении недостатков организационных мер.

Эти средства защиты информации обладают такими важными достоинствами как надежность функционирования, независимость от субъективных факторов, высокая устойчивость от модификаций.

Недостатками являются недостаточная гибкость, громоздкость физических средств и высокая стоимость.

Программные средства защиты информации в отличие от физических и аппаратных средств располагают такими достоинствами как универсальность, гибкость, надежность функционирования, простота реализации, широкие возможности модификации и развития.

К недостаткам следует отнести снижение функциональных возможностей информационной системы, необходимость использования запоминающих устройств информационных систем, подверженность случайным или закономерным модификациям, ориентация на вполне определенные типы ЭВМ.

Организационные средства дают хорошие результаты по защите информации только в организациях с высоким уровнем правопорядка, этики и дисциплины. При этом основное внимание уделяется правовым и организационным задачам.

Организационные средства являются эффективным дополнением к предыдущим способам защиты информации, т.к. они обладают рядом, несомненно, положительных качеств, среди которых можно отметить такие как простота реализации, гибкость реагирования на несанкционированные действия, практически неограниченные возможности изменения и развития. К сожалению, широкий перечень достоинств организационных средств ошибочно используется определенной категорией чиновников, далеких от технических вопросов, при построении системы защиты информации.

Экономия на использовании физических, аппаратных и программных средств, ориентация только на организационные средства защиты информации приводит к снижению надежности системы защиты по причине зависимости от различных субъективных факторов, к необходимости установления дополнительных правил и ограничений, дополнительной рутинной формальной деятельности и как следствие к увеличению общей организации работ на объекте.

Организационные меры в комплексном сочетании позволяют повысить эффективность применения других мер и средств защиты в части, касающейся регламентации действий людей, и требуют поддержки надежными физическими и аппаратными средствами.

При построении системы защиты информации необходимо отказаться от позиции создания абсолютно защищенной системы, т.к. это, во-первых, на практике принципиально невозможно и, во-вторых, должно быть экономически целесообразно.

Если даже реализовать абсолютно надежную систему физических, аппаратных и программных средств, блокирующих все возможные пути и каналы, слабым звеном

в системе защиты остается организационная составляющая системы защиты. К сожалению, как показывает практика работы самых защищенных систем, существует возможность несанкционированного доступа с помощью воздействия на персонал, обеспечивающего функционирование безопасности всей системы, в частности, на администратора информационной системы, ответственных лиц за информационную безопасность. Служебная ответственность и дисциплина сотрудников, наделенных правами администрирования, в сочетании с техническими средствами защиты создают основу безопасности информационной системы. Стойкость данного персонала можно повышать, используя морально-этические меры, организационные (кадровые) и законодательные мероприятия. Анализируя пути повышения уровня защищенности информации в информационной системе, необходимо понимать, что абсолютной защиты не существует и наращивание потенциала технических средств защиты информации не всегда экономически целесообразно. Наиболее слабым звеном всей системы защиты является организационная составляющая по причине присутствия человеческого фактора.

Таким образом, современные информационные технологии, в особенности эффективные приемы компьютерной обработки, хранения, передачи и поиска информации, создают благоприятные условия для широкого внедрения IT разработок в коммерческой сфере. Однако при этом следует учитывать важнейший недостаток информационных технологий, в частности, уязвимость информации, передающейся по компьютерным и телекоммуникационным сетям, и, хранящейся на компьютерных цифровых носителях информации. Нарушение конфиденциальности, достоверности и своевременности информации в деятельности малых предприятий недопустимо, поэтому вопросы обеспечения информационной безопасности приобретают особую актуальность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности обеспечения информационной безопасности малого и среднего бизнеса // Новости информационной безопасности. https://www.anti-malware.ru/Small_Business_Security.
2. Баранов С. А., Голодков Ю. Э., Демаков В. И., Кургалеева Е. Е. Основы информационной безопасности в органах внутренних дел: учебное пособие. Иркутск: ФГКОУ ВПО ВСИ МВД России, 2015.
3. Руководящий документ «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации». (утв. решением Государственной технической комиссии при Президенте РФ от 30 марта 1992 г.). <http://base.garant.ru/197885/>
4. Руководящий документ «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации» (утв. решением Государственной технической комиссии при Президенте РФ от 30 марта 1992 г.). <http://base.garant.ru/197886/>

© Голодков Юрий Эдуардович (Yrg27@mail.ru),

Голодкова Александра Валерьевна (Alex17-27@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННЫХ КОГНИТИВНЫХ СИСТЕМ

Евневич Елена Людвиговна

К.ф.-м.н., с.н.с., Санкт-Петербургский институт
информатики и автоматизации Российской академии
наук
eva@iias.spb.su

ANALYSIS OF TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL COGNITIVE SYSTEMS

E. Yevnevich

Summary. Artificial cognitive systems are finding more and more different applications. The analysis of patent activity in this field allows to draw conclusions about the prospects of this direction of research and development. The patent search of 10 years depth in manual mode on the basis of patents of the European patent organization on artificial cognitive systems, supplemented by the analysis of a sufficiently representative sample of publications on this subject, allowed to identify the main areas of cognitive development. Collected statistics of research activity in the field, correlated with the country-the developer, the person or organization-the patent holder, the subject of development, the dynamics of the growth in the number of patents for 10 years. The obtained results of patent analysis help to identify the most promising areas of research and make informed decisions on the search for breakthrough ideas in the field of artificial cognitive systems.

Keywords: artificial cognitive systems, cognitive architecture, patent, patent base, patent activity, patent analysis, patent landscape.

Аннотация. Искусственные когнитивные системы находят все больше различных областей применения. Анализ патентной активности в данной области позволяет сделать выводы о перспективности этого направления исследований и разработок. Проведенный патентный поиск глубиной 10 лет в ручном режиме по базе патентов Европейской патентной организации по искусственным когнитивным системам, дополненный анализом достаточно представительной выборки публикаций по данной тематике позволил выделить основные области когнитивных разработок. Собрана статистика исследовательской активности в области, соотношенная со страной-разработчиком, лицом или организацией-патентообладателем, предметом разработки, динамикой роста числа патентов за 10 лет. Полученные результаты патентного анализа способствуют определению наиболее перспективных направлений исследований и принятию обоснованных решений по поиску прорывных идей в области искусственных когнитивных систем.

Ключевые слова: искусственные когнитивные системы, когнитивная архитектура, патент, патентная база, патентная активность, патентный анализ, патентный ландшафт.

Введение

Одной из наиболее перспективных областей на современном этапе являются исследования и разработка искусственных когнитивных систем, позволяющих решать творческие задачи подобно человеку. В интересах развития этого направления задействованы многие организации, ученые и разработчики по всему миру. Уже проявляются некоторые тенденции развития таких систем. Однако пока нет четкого представления о перспективах развития данного направления в мире. Открытым остается вопрос, чего ожидать в будущем.

Анализ регистрируемых патентов (в частности, по искусственным когнитивным системам) представляет собой один из методов получения прогнозов развития научно-технического направления. Так, по результатам обзора материалов ежегодной конференции EPO (EPO Patent Information Conference) [1] (EPO — European Patent Office — Европейское патентное ведомство) был сделан вывод о высоком аналитическом потенциале патентной информации. Руководство EPO подчеркнуло, что патентная информация все в большей степени выходит за рам-

ки своего традиционного использования в качестве преимущественного источника технической или юридической информации.

Важность патентных исследований для выбора перспективных направлений и составления прогнозов развития передовых технологий (прогностический потенциал патентной информации) отмечалась также в частности в статье «Долгосрочные прогнозы как инструмент формирования научно-технологической политики» сотрудников института экономической политики [2]. В изданном в 2008 году Долгосрочном прогнозе научно-технологического развития Российской Федерации до 2025 года [3] направление по созданию искусственных когнитивных систем отсутствует. И только в конце 2013 года — с опозданием на пять лет и через год после пресс-релизов компаний-лидеров о начале производства — это технологическое направление появляется в «Прогнозе-2030» [4] в качестве радикального продукта «элементы электроники на базе мемристоров».

Анализ патентной информации и создание патентного ландшафта способствует выработке обоснованных

стратегий и принятию правильных решений на различных уровнях управления. К основным этапам создания патентного ландшафта относятся: сбор информации, анализ информации и визуализация результатов. Обычно это графическое представление (графики, гистограммы, круговые диаграммы, трехмерные «ландшафты») результатов статистического анализа по нескольким критериям (по годам, по странам, по организациям-разработчикам, по различным направлениям внутри заданной тематики поиска, иногда даже по гендерному признаку заявителей, etc.) В настоящей статье с учетом вышесказанного дается общая характеристика ситуации в области исследования, раскрываются применяемые методы исследования, выявляются тенденции развития и патентный ландшафт.

Общая характеристика области исследования: подходы и базовые архитектуры

Естественная когнитивная система — это человеческий мозг. Идея искусственных когнитивных систем возникла примерно в середине 20 века.

Существует несколько определений искусственных когнитивных систем. Одно из них: когнитивные системы — это системы, которые могут самостоятельно функционировать в направлении достижения цели: воспринимать окружающую среду, предвидеть необходимость определенных действий, обучаться на собственном опыте и приспосабливаться к меняющимся обстоятельствам [5]. Спектр исследований и разработок в данной области в настоящее время очень широк: от специализированных задач по созданию обучаемых роботов-манипуляторов (i-cube, Boston dynamics, экзоскелеты и многое другое) и до амбициозных долгосрочных многомиллиардных европейских, американских и азиатских проектов полномасштабного моделирования человеческого мозга. Коснемся вкратце некоторых из них.

Blue Brain (руководитель проекта Анри Маркрам, Лозанна). Согласно проекту на суперкомпьютере Blue Gene, предоставленном IBM, должны симулироваться функции всех 86 миллиардов нейронов головного мозга человека и 100 триллионов синапсов. На данном этапе были проведены эксперименты на нейронах мозга крысы.

Human Brain Project (HBP) — междисциплинарный многоцелевой проект ряда европейских стран, состоящий из 12 подпроектов. Поставлена задача полномасштабного моделирования человеческого мозга. На данный момент она далека от выполнения.

BRAIN-инициатива (Исследования мозга посредством продвижения инновационных нейротехноло-

гий) — американский проект, ставящий целью с помощью инновационных технологий создать динамическую картину мозга, демонстрирующую отдельные клетки, сложные нейронные цепи, взаимодействующие в пространстве и времени, также демонстрирующие как мозг записывает, обрабатывает, использует, хранит и извлекает большие объемы информации со скоростью мысли. Важными результатами могут быть новые методы предотвращения и лечения болезней мозга.

IBM WATSON — суперкомпьютер и когнитивная система Watson, предусматривающая работу с естественным языком: распознавание естественного языка, динамическое обучение системы, построение и оценка гипотез. Все это позволило IBM Watson научиться давать прямые корректные ответы на вопросы оператора. При этом когнитивная система способна обрабатывать большие массивы глобальных неструктурированных данных.

IBM C2S2 (Cognitive Computing via Synaptronics and Supercomputing) (совместно с DARPA) — планируется создание компьютерной системы, которая предположительно сможет имитировать мыслительные способности мозга (восприятие информации, анализ, ассоциации, обучение, принятие решений и т.п.) при сопоставимых с ним размерах и энергопотреблении. Первая фаза проекта — DARPA SyNAPSE (Системы нейроморфной адаптивной масштабируемой электроники) (США) — создание компьютера по аналогии с человеческим разумом. Создан прототип нейроморфного процессора TrueNorth, реализующий нейронную сеть из 1 миллиона нейронов и 256 миллионов синапсов.

BRAIN Initiative или Brain Activity Map Project (BAMP) (США) — «картирование активности мозга». Предполагается, что за 10 лет американским ученым удастся зафиксировать и картографировать активность каждого нейрона в человеческом мозге. Этот проект аналогичен европейскому проекту HBP.

Google и NASA — совместный проект по созданию искусственного интеллекта с помощью квантовых компьютеров. В Квантовой лаборатории по изучению искусственного интеллекта (Google and NASA's Quantum Artificial Intelligence), расположенной в Исследовательском центре NASA им. Эймса, установлен квантовый компьютер D-Wave 2000Q. Целью исследователей является изучение того, как квантовые компьютеры могут помочь улучшить машинное обучение. В Google считают, что квантовые компьютеры помогут изменить поиск в Сети и технологию распознавания голоса, тогда как учёные NASA надеются использовать тот же подход для моделирования распространения заболеваний и изменения климата.

В процессе выполнения данных проектов моделируются нейросистемы на различных уровнях и с использованием различных методик. В целом можно ожидать, что работа над этими проектами позволит в перспективе получить новые прорывные технологические решения.

В большинстве из рассмотренных в предыдущем разделе проектов ставится цель полномасштабного моделирования человеческого мозга. Подробный обзор некоторых из них приведен, например, в [6].

Другой подход к созданию искусственных когнитивных систем — это биоинспирированные когнитивные архитектуры (biologically inspired cognitive architectures — BICAs). При создании таких архитектур целью является достижение функционирования, подобного функционированию человеческого мозга, посредством эмуляции высокоуровневой архитектуры мозга без моделирования специфики низших уровней (в отличие от полномасштабного моделирования). В [7] подробно рассмотрены несколько типов когнитивных архитектур: символные, эмерджентные и гибридные.

На конференциях AGI [8] по искусственному общему интеллекту (AGI — Artificial General Intelligence) была представлена таксономия когнитивных архитектур на основе различий в устройстве памяти и процесса обучения. Каждый из трех типов когнитивных архитектур послужил основой для разработки ряда соответствующих BICAs.

В основе изначального символьного подхода времен начала исследований по проблеме искусственного интеллекта лежит гипотеза о преимущественном оперировании разума символическими сущностями с целью представления аспектов окружающего мира и его самого. Физическая символьная система способна обеспечивать ввод, вывод, хранение и изменение символических сущностей и производить соответствующие действия с целью достижения целей. Символьные когнитивные архитектуры характеризуются централизованным контролем над восприятием, познанием и действием. Однако, на практике такие архитектуры оказываются довольно слабыми в плане обучения, креативности, эпизодической и ассоциативной памяти, что способствует обращению исследователей к символическим BICAs (SOAR, ACT-R).

Эмерджентные когнитивные архитектуры характеризуются возникновением процесса обработки абстрактных символов с более низкого уровня субсимвольной динамики, в высокой степени биоинспирированной. Они предназначены для моделирования

нейронных сетей и других аспектов функционирования человеческого мозга. Данные архитектуры, как правило, эффективны в задачах распознавания образов высокой размерности, улучшения способностей к обучению и ассоциативной памяти, однако, с их помощью не моделируются высокоуровневые функции типа абстрактного мышления или комплексной обработки языка (DeSTIN, NOMAD).

Таким образом, друг другу противопоставляются два подхода: структурный вероятностный (моделирование сверху вниз) и эмерджентистский (моделирование снизу вверх [9]). По образному выражению из презентации [10] «когнитивная свеча поджигается с обоих концов», что, как уже говорилось, приводит к созданию гибридных моделей, использующих оба подхода — сверху вниз и снизу вверх — одновременно.

Гибридные архитектуры сочетают особенности двух вышеописанных парадигм, причем либо путем комбинирования большой символьной и большой субсимвольной систем, либо путем создания набора маленьких агентов, каждый из которых может быть как символьной, так и субсимвольной природы.

Одним из перспективных направлений представляется моделирование когнитивных нейросетевых машин на основе искусственных рекуррентных нейронных сетей (RNN) реального времени. К сожалению, глубина обработки информации в таких сетях невелика. В этом отношении шагом вперед стали рекуррентные нейронные сети с управляемыми элементами, которые наделяются прозрачной логической структурой и предоставляют возможность быстрой и достаточно глубокой обработки разнородной информации [11, 12].

Множество различных подходов к созданию искусственных когнитивных систем можно условно разделить на 2 большие группы: моделирование «снизу вверх», когда структура мозга воспроизводится шаг за шагом начиная с нейронов, и «сверху вниз»: на основе понимания основных принципов, которые управляют мышлением, искать пути воплощения их в конкретных моделях, в том числе, в нейросетях [13, 14].

Требуется комбинация разных подходов (функционального, нейросетевого, символьного, логического), нужен подход не самого низкого и не самого верхнего уровня. Существует значительный разрыв в понимании процессов, лежащих в основе мышления на высшем и на элементарном уровнях. Теории, описывающие мышление человека на высоком уровне — психология, когнитивное моделирование и пр. и модели, описывающие работу мозга на нижнем уровне — на уровне нейронов — пока плохо стыку-

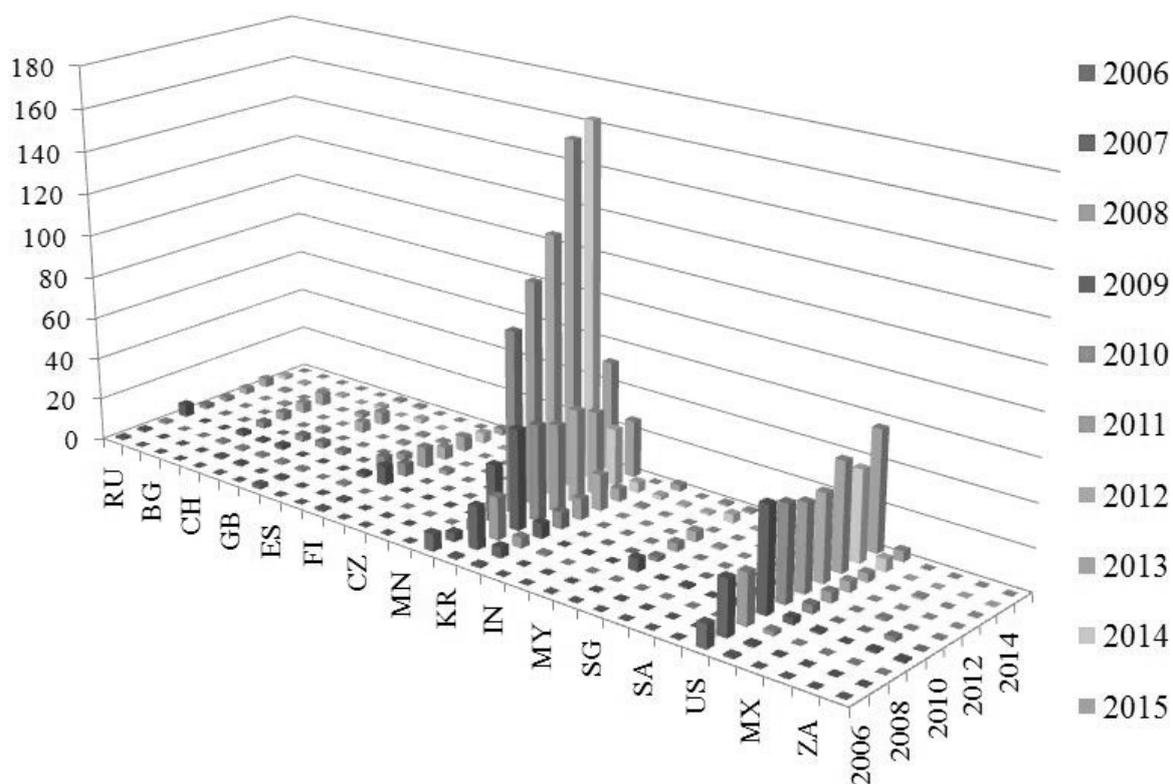


Рис. 1. Число ежегодно регистрируемых патентов. Динамика по годам и странам

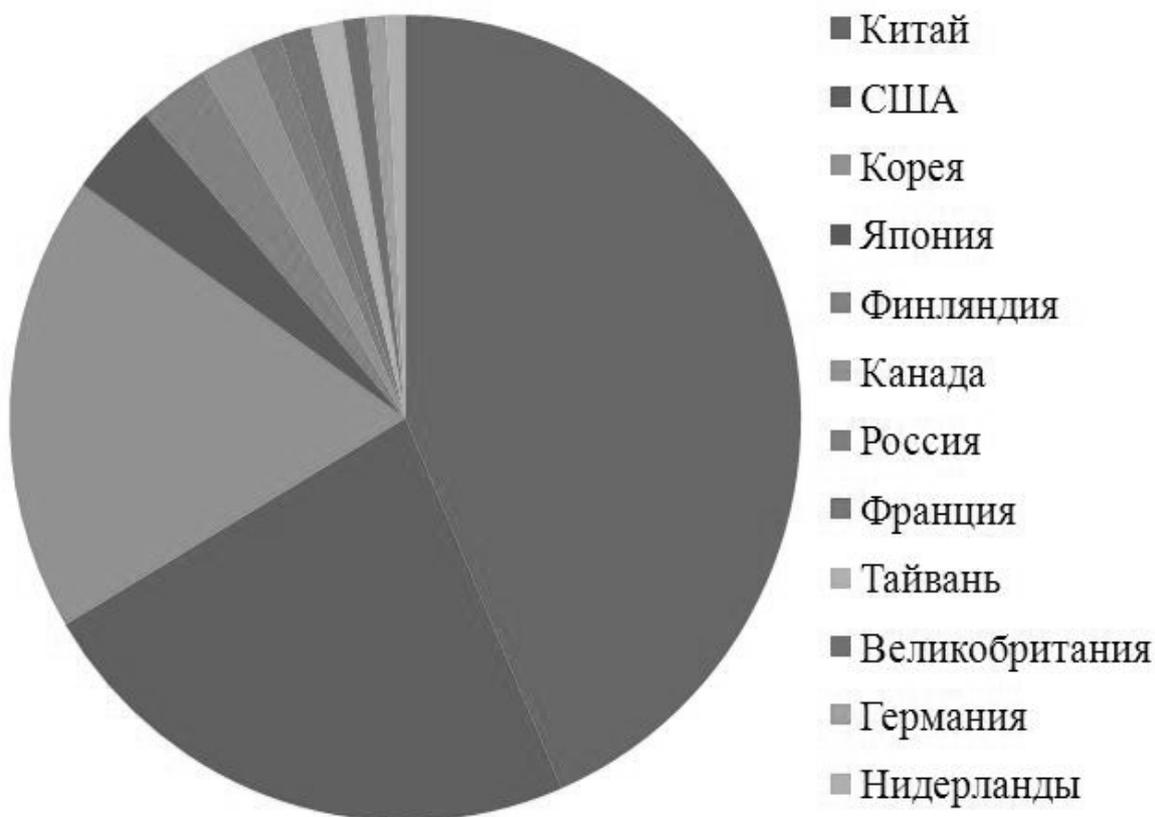


Рис. 2. Распределение патентов по странам за весь исследуемый период

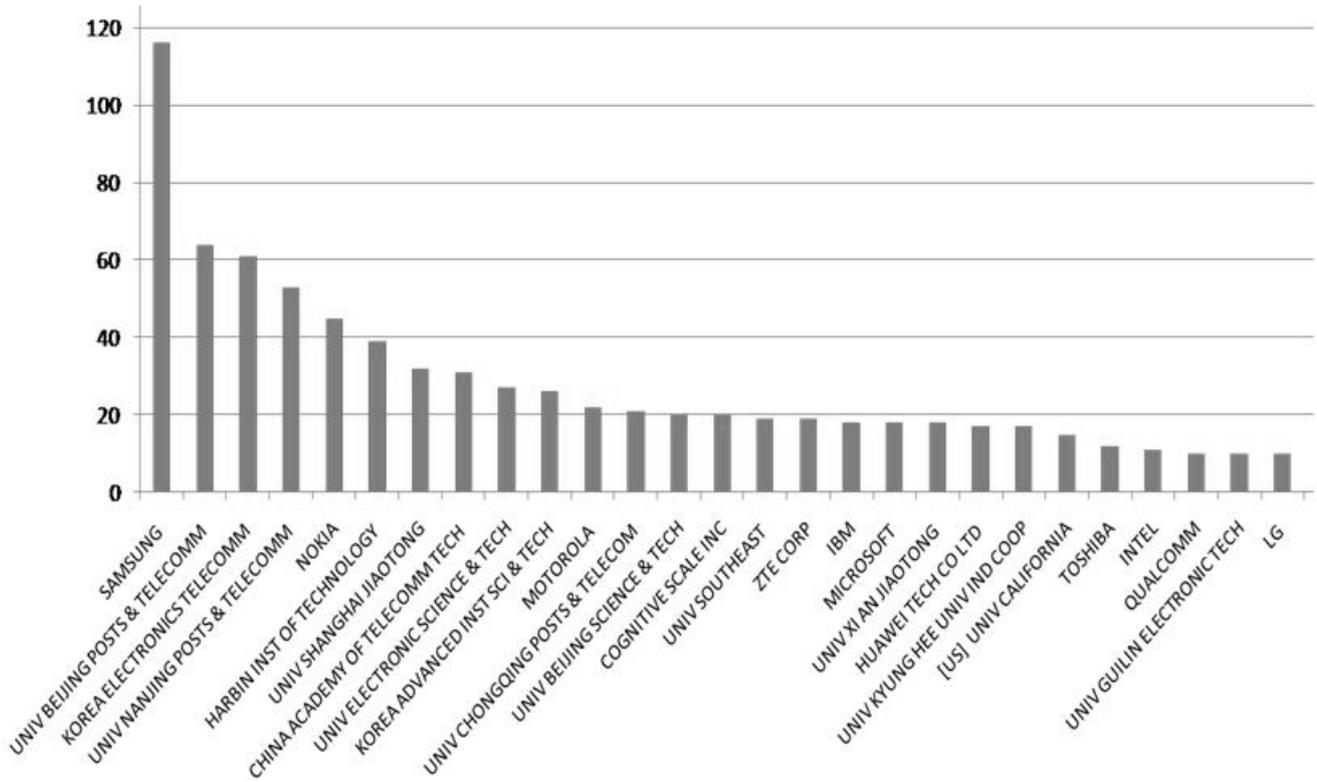


Рис. 3. Распределение патентов по организациям-заявителям за весь исследуемый период

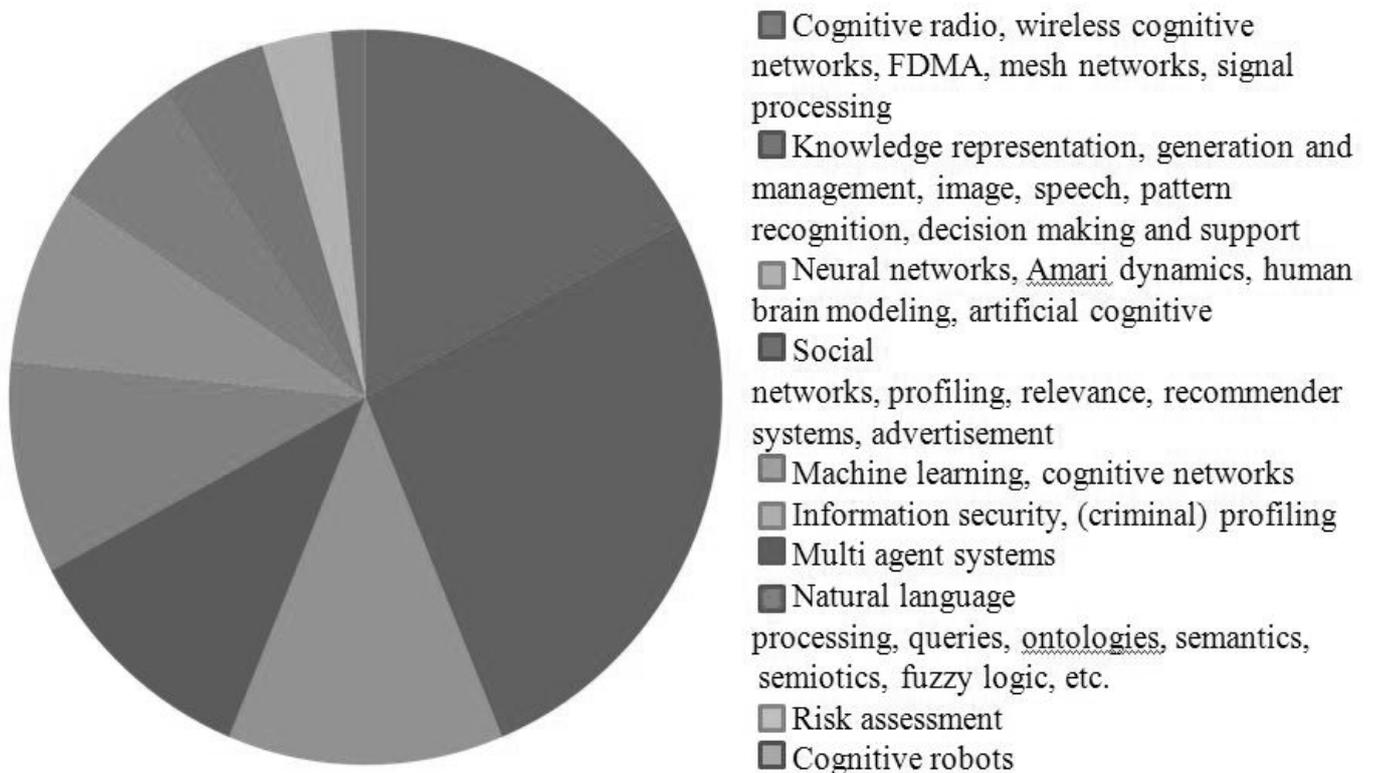


Рис. 4. Распределение по направлениям исследований за весь период

ются. Однако именно здесь и следует ждать научного прорыва [14].

Здесь же следует упомянуть вероятностный подход к когнитивной науке: мышление и обучение моделируется как вывод в сложных вероятностных моделях.

Вероятностный подход к моделированию познания начинается с определения идеальных решений индуктивных задач, поставленных человеческим мозгом. Затем ментальные процессы моделируются с использованием алгоритмов аппроксимации этих решений, а нейронные процессы рассматриваются как механизмы для реализации этих алгоритмов, в результате чего осуществляется анализ сверху вниз когнитивной функции, начиная с функции когнитивных процессов [15].

Для получения количественных характеристик и прогнозов развития искусственных когнитивных систем был проведен анализ патентов по базе ESPACENET [16]. Результаты анализа рассматриваются в следующих разделах.

Материалы и методы

Поиск по патентной базе ESPACENET осуществлялся по ключевому слову *cognitive* в названии патента. Глубина патентного поиска составляла 10 лет. Принадлежность фиксировалась по стране-аппликату, а не по стране регистрации патента (география в этом случае гораздо разнообразней и, как представляется, правильнее отражает территориальное распределение исследовательской и патентной деятельности). Сбор информации производился в ручном режиме.

Результаты

Большинство патентов по искусственным когнитивным системам принадлежит Китаю, Корее и США. Значительная их часть посвящена когнитивному радио и когнитивной обработке сигналов. Патенты стран Европы преимущественно касаются медицинских, физиологических, психологических и фармакологических вопросов, связанных с когнитивной функцией человека, ее нарушениями различной степени тяжести, их коррекцией и лечением, чем обусловлено сравнительно небольшое количество европейских патентов по искусственным когнитивным системам.

Средний процент патентов по искусственным когнитивным системам по отношению ко всем патентам на когнитивную тему — примерно 50%.

Распределение по количеству патентов по годам и странам представлено в виде гистограмм (Рисунки 1, 2).

Среди организаций — заявителей представлены университеты и технологические институты крупных городов, известные компьютерные фирмы и операторы содовой связи.

Распределение по организациям-заявителям также представлено в виде гистограммы на рисунке 3.

В процессе анализа были выделены следующие классы решаемых задач: представление и управление знаниями, нейронные сети, машинное обучение, динамика Амары, моделирование человеческого мозга, эволюционное моделирование, информационная безопасность, составление поведенческих и когнитивных профилей, идентификация и реклама в социальных сетях, рекомендующие системы, распознавание изображений, обработка естественных языков, онтология, семантика, нечеткая логика, создание когнитивных роботов, многоагентные системы, когнитивные автономные агенты, когнитивное радио, когнитивные беспроводные сети, обработка сигналов.

Диаграмма распределения по темам представлена на рисунке 4

Обзор публикаций производился по материалам конференций *Advances in Cognitive Systems* 2012–2016 гг. и журнала *Cognitive System Research* 2013–2016 гг. [17, 18]. Участниками конференций были исследователи из США, Франции, Германии, Словении, Испании, Канады, Англии, Исландии, России и Австралии. Области разработок и применения когнитивных систем, представленные в публикациях, в значительной степени пересекаются с набором, сформулированным в результате патентного анализа: управление, принятие решений, робототехника, лингвистика, распознавание образов, военное дело, дизайн, поиск информации, биология, обучение.

Приведенные статьи показывают, что в этих направлениях они будут развиваться и дальше; совершенствуются также техническая база когнитивных систем.

Заключение

Анализ патентов и научных публикаций по когнитивным технологиям в мире показывает, что это направление является одним из наиболее актуальных. Следует отметить не совсем устоявшуюся терминологию: в термине «когнитивность»: в разных публикациях и библиографических описаниях патентов присутствуют варианты трактовки этого термина.

Текущие результаты свидетельствуют о том, что первоначально сформулированная цель построения «думающих машин», машин с человеческим интеллектом,

создания полноценных когнитивных искусственных систем еще далека от достижения. Ввиду сложности задачи большинство исследователей сфокусировали усилия на построении систем, способных демонстрировать интеллект в строго ограниченных условиях применения — решаются частные практические задачи в разных областях исследований и разработок. Именно разработки такого рода и являются объектами патентования.

Исследование EPO [19] свидетельствует о стабильном росте числа патентов в области 4IR (Четвертая про-

мышленная революция) за последние пять лет. Патенты в области искусственного интеллекта вносят существенный вклад в создание технологий для 4IR.

Что касается создания когнитивных систем, способных действовать как человек разумный, то в последние годы ряд исследователей стремится вернуться к первоначально поставленной цели — созданию систем общего искусственного интеллекта (AGI), то есть, систем, сравнимых в некотором определенном смысле с человеческим разумом в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Birgit Binjung. Wide-ranging topics featured at the EPO Patent Information Conference — www.epo.org, <http://www.patent-kravets.ru/about/referaty-tekushhix-zarubezhnyx-publikacij/analiticheskij-potencial-patentnoj-informacii/>
2. Куракова Н. Г., Зинов В. Г., Комаров В. М., Павлов П. Н. Долгосрочные прогнозы как инструмент формирования научно-технологической политики <http://www.iep.ru/files/text/policy/2014-4/Kurakova.pdf>
3. Прогноз научно-технологического развития до 2025 года («Прогноз-2025») Москва, декабрь 2008
4. Прогноз научно-технологического развития до 2030 года («Прогноз-2030») Москва, декабрь 2013
5. D. Vernon, *Artificial Cognitive Systems — A Primer*, MIT Press, 2014.
6. Ben Goertzel, Ruiting Lian, Itamar Arel, Hugo de Garis, Shuo Chen. A world survey of artificial brain projects, Part I: Biologically inspired cognitive architectures. Volume 74, Issues 1–3, December 2010, Pages 3–29. www.elsevier.com/locate/neucom
7. Ben Goertzel, Ruiting Lian, Itamar Arel, Hugo de Garis, Shuo Chen. A world survey of artificial brain projects, Part II: Biologically inspired cognitive architectures. Volume 74, Issues 1–3, December 2010, Pages 30–49. www.elsevier.com/locate/neucom
8. Dutch, W., Oentario, R., Pasquier, M. Cognitive architectures: where do we go from here? Proceedings of the Second Conference on AGI. <https://www.atlantis-press.com/proceedings/agi>
9. McClelland, J., Botvinick, M., Noelle, D., Plaut, D., Rogers, T., Seidenberg, M., & Smith, L. (2010). Letting structure emerge: connectionist and dynamical systems approaches to cognition *Trends in Cognitive Sciences*, 14(8), 348–356 DOI: 10.1016/j.tics.2010.06.002
10. Top-down vs bottom-up approaches to cognition: Griffiths vs McClelland
11. <http://www.replicatedtypo.com/top-down-vs-bottom-up-research-griffiths-vs-mcclelland/3025.html>
12. Vasilij Osipov. Structure and basic functions of cognitive neural network machine. 12th International Scientific-Technical Conference on Electromechanics and Robotics «Zavalishin's Readings»-2017
13. DOI: 10.1051/mateconf/201711302011
14. MATEC Web of Conferences 113, 02011 (2017)
15. Осипов В. Ю. Способ и устройство интеллектуальной обработки информации в нейронной сети. Патент РФ № RU2446463. Дата публикации 27.03.2012. <http://www.freepatent.ru/patents/2446463>
16. Алексей В. Самсонович Наука на грани создания эмоционального компьютера. <https://ria.ru/science/20160317/1391541823.html>
17. Алексей В. Самсонович Функциональные возможности биологически инспирированных когнитивных архитектур. <http://neuroinfo.ru/conf/Content/Presentations/Samsonovich2015.pdf>
18. Griffiths, T., Chater, N., Kemp, C., Perfors, A., & Tenenbaum, J. (2010). Probabilistic models of cognition: exploring representations and inductive biases. *Trends in Cognitive Sciences*, 14 (8), 357–364 DOI:10.1016/j.tics.2010.05.004
19. ESPACENET <https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch>
20. Cognitive Research Journal <http://cognitiveresearchjournal.springeropen.com>
21. Advances in Cognitive Systems 2012–2016 <http://www.cogsys.org/conference/>
22. Patents and the fourth industrial revolution. [http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/17FDB5538E87B4B9C12581EF0045762F/\\$FILE/fourth_industrial_revolution_2017__en.pdf](http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/17FDB5538E87B4B9C12581EF0045762F/$FILE/fourth_industrial_revolution_2017__en.pdf)

© Евневич Елена Людвиговна (eva@iiias.spb.su).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДОЛОГИЯ LEAN STARTUP КАК ИТЕРАТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ВЫПУСКА ПРОДУКТА

THE LEAN STARTUP METHODOLOGY AS ITERATIVE STRATEGY OF PRODUCT RELEASE

A. Zaruchenko
A. Tankayan
E. Tunin
V. Kondratiev

Summary. In this article was examined the problem of premature scaling in start-up companies that specialize in the development of information systems and / or technologies. The article describes the classical product development methodologies, such as: Proof Of Concept, Minimum Variable Product, Prototype, and the strategies for releasing them to the market. The methodology of Lean Startup is proposed as an iterative strategy for producing software products that are innovative. The article provides a detailed description of the methodology of Lean Startup and describes what it is. Identified and described specific terms of the methodology, which are used to indicate the basic principles, presents five main principles that are included in Lean Startup. Yet here are written the main advantages and disadvantages of the described methodology.

Keywords: methodology, lean startup, product, mvp, iterative, entrepreneur, business, startup.

Зарученко Анастасия Андреевна

ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина»,
г. Краснодар
zaruchenko.a.a@gmail.com

Танкаян Алексей Игоревич

ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина»,
г. Краснодар
djmb42@gmail.com

Тюнин Евгений Борисович

К.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени
И. Т. Трубилина», г. Краснодар
tunin_ora@mail.ru

Кондратьев Валерий Юрьевич

К.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени
И. Т. Трубилина», г. Краснодар
kvlvs@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема преждевременного масштабирования в начинающих свой бизнес компаниях, специализирующихся на разработке информационных систем и/или технологий. Описаны классические методологии создания продуктов, такие как: Proof Of Concept (доказательство концепции), Minimum Variable Product (минимально жизнеспособный продукт), Prototype (прототип), и проанализированы стратегии выпуска их на рынок. Предложена методология Lean Startup в качестве итеративной стратегии выпуска программных продуктов, которые носят инновационный характер. Произведено детальное описание методологии Lean Startup, описано что она из себя представляет. Выявлены и описаны специфические термины методологии, которые используются для обозначения основных принципов, а также представлены пять основных принципов, которые заложены в Lean Startup. Изучены основные преимущества и недостатки описываемой методологии.

Ключевые слова: методология, lean startup, продукт, mvp, итеративный, предприниматель, бизнес, стартап.

Начиная с первых разрабатываемых программ и до сих пор, разработка программного обеспечения остаётся не очень предсказуемым и не всегда успешным делом. Значительный процент проектов по созданию ПО по-прежнему заканчивается с превышением бюджета, сроков, а созданные в результате программы часто не до конца отвечают требованиям пользователей или приносят мало пользы бизнесу. Использование методологий создания продуктов помогают решить подобные проблемы.

Есть множество причин, по которым можно объяснить почему тот или иной стартап не был хорошо воспринят заинтересованными сторонами и пользователями и не принес ожидаемых результатов. Однако самой

распространенной причиной этого является отсутствие потребителей. Конечно, если разработать продукт, который на практике окажется никому не нужным и не интересным, вместо успеха он принесет сплошные убытки. Кроме того, интересный факт: компанией Compass было проведено исследование, которое основывалось на анализе примерно 3200 быстро развивающихся мобильных и интернет-стартапов. В результате было выявлено, что примерно 70% проектов были отсрочены преждевременно. Выяснилось, что в 74% случаев причиной того, что стартап «не взлетел» является преждевременное масштабирование. Это значит, что прибыль фирмы от новых пользователей ниже, чем затраты на их обслуживание. На данный момент такая проблема актуальна для большинства предпринимателей и является следствием того,

что у компании недостаточно знаний о потребностях целевой аудитории. Однако ее возможно избежать, используя методологию Lean Startup. Чтобы стартап не потерпел крах, все больше компаний начинают использовать именно эту методологию.

Рассмотрим классические методологии создания продуктов.

Под классическими методологиями создания продуктов далее будут рассмотрены три метода: POC (Proof-of-Concept — доказательство концепции), MVP (Minimum Variable Product — минимально жизнеспособный продукт) и Prototype (прототип).

При разработке нового продукта очень часто компании сталкиваются с тем, что необходимо решить является ли использование Proof-of-Concept, прототипа или MVP правильным путем для развития их проекта. Понимание и правильное применение этих трех разных методов гарантирует, что идея стартапа будет хорошо воспринята заинтересованными сторонами и пользователями, а это как результат увеличит вероятность успеха продукта на рынке.

Proof-of-Concept (POC) — это небольшой проект, используемый для проверки какой-то определенной концепции или теории, которые могут быть достигнуты в процессе развития продукта. Прежде чем инвестировать время, усилия и деньги на разработку или воплощение в жизнь идеи продукта, необходимо подтвердить предположение, что люди действительно заинтересованы в данной идее. Удобство использования продукта не рассматривается при создании POC по той причине, что на это уйдет не только большое количество времени, но и может помешать реализации цели данной методологии: доказать, что концепция приложения жизнеспособна.

Этот метод позволяет делиться внутренними знаниями среди команды, изучать новые технологии, а также доказывать концепцию продукта. Во-первых, разработчик, назначенный на POC, проводит исследования и начинает развивать идею продукта с целью доказать, что ее возможно реализовать. Как только это будет доказано, результаты будут представлены клиенту и команде разработчиков для продажи идеи предстоящего проекта.

Методология также дает команде более точную оценку того, сколько времени потребуется для завершения. В некоторых случаях POC может просто быть исследованием, которое приводит к концепции будущего проекта или даже новой более сложной концепции. Окончательный POC не должен быть без ошибок, но обязан в конечном итоге продемонстрировать функциональность кон-

цепции. Обнаружить проблемы, которые может решить новый продукт легко, однако создать решение, которое понравится в использовании потребителям — это то, что необходимо проверить. Таким образом, методология Proof-of-Concept позволяет оценить успех проекта или объекта, прежде чем перейти к разработке.

Тогда как Proof-of-Concept показывает, что продукт или функция может быть выполнена, прототип показывает, как именно это будет сделано.

Прототип продукта представляет собой рабочую и интерактивную модель конечного продукта, которая связывает дизайн и навигацию приложения, например, с заинтересованными сторонами, чтобы максимально повысить эффективность процесса разработки. Прототипирование позволяет создать визуализацию работы продукта, продемонстрировать потоки пользователей и дать представление о дизайне и макете. Предполагается, что на протяжении всего процесса будут ошибки, но обнаружение этих ошибок на ранней стадии является основной целью прототипа, который в долгосрочной перспективе сэкономит затраты на реализацию идеи.

Тестирование продукта прототипом в результате вызовет новые идеи и утвердит какое именно направление следует предпринять с развитием.

По сути, прототип предназначен для определения осуществимости, но не является окончательным результатом. Это дает больше места для оценки, чтобы исправить проблемы на раннем этапе процесса разработки. Гораздо дешевле исправить проблемы на начальных этапах жизненного цикла проекта, а не в конце, поскольку это обеспечивает более тщательный анализ и оценку конечного продукта. С надлежащим прототипом можно достичь продажи идеи или привлечь инвесторов для ее реализации.

Прототипы часто влияют на MVP и работают вместе, чтобы создать успешный конечный продукт. MVP — это минимальная форма полного продукта, который протестирован на рынке. MVP позволяет узнать, как пользователи будут реагировать на продукт, прежде чем тратить много денег и ресурсов на создание чего-то, чего они не хотят или что им не нужно. Хотя прототип устраняет проблемы на начальных этапах разработки, итерационный процесс MVP предназначен для определения недовольства пользователей, когда продукт будет фактически протестирован на рынке.

MVP — это версия, которая включает только те функции, которые позволяют выпустить продукт на рынок, решая основную проблему для набора пользователей. С помощью этого процесса появляется возможность проверить следующее:

- ◆ жизнеспособность продукта;
- ◆ предположения, которые команда имеет о самом продукте;
- ◆ удобство использования;
- ◆ рыночный спрос.

Все это обеспечивает быструю непосредственную оценку, при этом минимизируя затраты на разработку. В конечном итоге MVP позволяет создавать продукт с минимальными функциями и итеративно формировать его для реализации лучшего, более оптимизированного для продажи продукта, при использовании интеллекта пользователя для принятия наилучших решений. С каждой новой версией, продукт развивается для максимизации рентабельности инвестиций и перехода к полностью развиту приложению.

Каждая из описанных выше методологий создания продуктов является индивидуально выгодным при правильном использовании, будь то тестирование ключевых бизнес-концепций на ранней стадии, победа над заинтересованными сторонами в развитии продукта или подтверждение доступности.

Благодаря лучшему пониманию РОС, прототипов и MVP, можно избежать ошибок, связанных с разработкой продукта, путем проверки достоверности или устойчивости рынка для обеспечения успеха продукта.

Рассмотрим, что из себя представляет методология Lean Startup

Lean Startup — это методология создания компаний, разработки и вывода на рынок новых продуктов и услуг, целью которой является сокращение циклов разработки продукта путем принятия комбинаций экспериментов, которые основываются на таких понятиях как научный подход к менеджменту стартапов, подтвержденное обучение, проведение экспериментов, итеративный выпуск продуктов для сокращения цикла разработки, измерение прогресса, и получение ценной обратной связи от клиентов. Центральная гипотеза методологии заключается в том, что, если компании-разработчики вкладывают свое время в итерационное построение продуктов или услуг для удовлетворения потребностей ранних клиентов (*критически важные покупатели для каждой компании, начинающие приобретать новый продукт, пользоваться новой услугой или технологией сразу после их выпуска*), они могут снизить рыночные риски и обойти необходимость больших объемов первоначального финансирования проектов и дорогостоящих запусков и сбоев продукта.

Методология была впервые предложена в 2008 году Эриком Рисом и основывалась на концепции «бережли-

вого производства». Суть ее заключается в изучении разницы между действиями, которые приносят корпорации прибыль, и действиями, которые выливаются в бесполезную трату ресурсов. С тех пор эта методология была расширена и применима к любому человеку, команде или компании, которые хотят внедрять на рынок новые продукты или услуги.

Методология Lean Startup обеспечивает научный подход к созданию и управлению стартапами и, как результат, более быстрому получению желаемого продукта для клиента. Метод учит, как управлять проектом, как руководить им и развивать бизнес с максимальным ускорением. Это принципиальный подход к разработке новых продуктов.

Очень много стартапов начинаются с идеи для продукта, которую, по мнению клиента, хочет получить пользователь. Затем компания или клиент проводят месяцы, а иногда и годы, совершенствуя этот продукт, при этом даже ни разу не продемонстрировав его ни в какой форме потенциальному клиенту. В результате компания или клиент не могут достичь широкого охвата аудитории. В большинстве случаев так происходит из-за того, что до момента релиза владельцы идеи ни разу не узнавали мнения целевой аудитории и не смогли определить действительно ли пользователю интересен данный продукт. Когда в конечном счете продукт выходит на рынок, потребитель посредством своего равнодушия дает понять производителю, что идея не интересна и тогда стартап окончательно терпит неудачу.

Изучим определения, основанные на методологии Lean Startup

В Lean Startup используются некоторые специфические термины для обозначения основных принципов методологии. Также стоит отметить, что в методологии одним из самых важных методов является MVP, о котором уже было написано ранее. Рассмотрим некоторые термины основных принципов методологии.

Непрерывное внедрение (англ. *Continuous Deployment*) — представляет собой процесс, посредством которого весь код, написанный для продукта, сразу же внедряется для изменения в кратчайшие сроки.

A/B-тестирование или Сплит-тестирование (англ. *A/B testing, Split testing*) — это эксперимент, в котором разные версии продукта предлагаются клиентам одновременно. Цель — пронаблюдать различия в поведении между группами и измерить влияние каждой версии на действующую метрику. Сплит-тестирование также может быть выполнено последовательным способом, когда группа

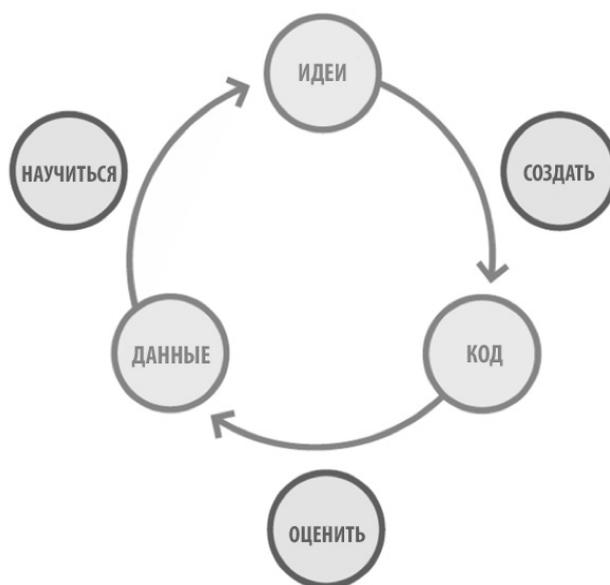


Рисунок. Цикл «Создать-Оценить-Научиться»

пользователей в течение одной недели может увидеть одну версию продукта, а на следующей неделе пользователи видят другую.

Разворот (англ. *Pivot*) — это структурированная коррекция курса, предназначенная для проверки новой фундаментальной гипотезы о продукте, стратегии и двигателе роста. Другими словами, это проверка продукта и уровня бизнеса, а затем его регулировка, если было обнаружено, что где-то в чем-то была допущена ошибка, а, возможно, и не одна.

Инновационный учет (англ. *Innovation accounting*) — основное внимание уделяется тому, как предприниматели могут поддерживать подотчетность и максимизировать результаты, измеряя прогресс, планируя этапы и устанавливая приоритетность. В книге Эрика Риса написано следующее: «Чтобы улучшить результаты предпринимательской деятельности и привлечь предпринимателей к ответственности, нам необходимо сосредоточиться на скучных вещах: как измерить прогресс, как настроить вехи, как определить приоритетность работы. Для этого требуется новый вид бухгалтерского учета, характерный для стартапов». Другими словами, инновационный учет эффективно помогает стартапам определять, измерять и поддерживать прогресс.

Цикл «создать-оценить-научиться» (англ. *Build-Measure-Learn*) подчеркивает скорость как важный компонент для разработки продукта. Эффективность команды или компании определяется ее способностью мыслить, быстро создавать MVP этой идеи, измерять ее эффектив-

ность на рынке и учиться на этом эксперименте. Другими словами, это цикл обучения превращению идей в продукты, измерение реакции и поведения клиентов по отношению к построенным продуктам, а затем принятие решения о том, следует ли продолжать или откинуть идею (рисунок). Этот процесс повторяется столько раз, сколько необходимо. Эта быстрая итерация позволяет командам находить приемлемый путь к продукту или рынку, а также продолжать оптимизацию и совершенствование бизнес-модели после достижения соответствия продукту или рынку.

Чтобы использовать методологию Lean Startup, нужно правильно определять гипотезы. Гипотезы — это идеи продукта, которые стоит проверить. Каждая гипотеза должна пройти цикл *Build-Measure-Learn*: в голову пришла идея, для нее был сделан соответствующий функционал, произведено исследование, как на это отреагировали клиенты и в результате чему-то научились: например, что идея была воспринята пользователями хорошо и стоит ее развивать.

В основе методологии Lean Startup лежат пять принципов:

1. Предприниматели есть везде (*entrepreneurs are everywhere*);
2. Предпринимательство — это менеджмент (*entrepreneurship is management*);
3. Подтверждение фактами (*validated learning*);
4. Учет инноваций или инновационный учет (*innovation accounting*);
5. Цикл «создать-оценить-научиться» (*build-measure-learn*).

Рассмотрим более подробно каждый из принципов. Стоит отметить, что последние два принципа, а именно: инновационный учет и цикл «создать-оценить-научиться», были описаны ранее.

Предприниматели есть повсюду. Автор методологии бережливого стартапа Эрик Рис под понятием «предприниматель» называет любого, у кого есть стартап, а сам стартап — предприятием, целью которого является разработка новых товаров и услуг в условиях чрезвычайной неопределенности. Это значит, что методологию можно применять в компаниях любого размера, даже на очень крупных предприятиях, в любом секторе и в любой отрасли. В основе принципа лежит мысль, что никогда не было лучшего времени для инноваций, чем сегодня. Мыслить масштабнее, начинать с малого и двигаться быстрее (англ. *Thing Big. Start Small. Scale Fast.*) — таков менталитет этого принципа. Мыслить масштабнее — чтобы не пропустить более крупные направления развития, начинать с малого — найти небольшие экспериментальные способы тестирования всех нововведений в ограниченном масштабе, которые можно легко оценить и измерить (и отрегулировать и/или сбросить, если они не реализовывают ожидаемых результатов), двигаться как можно быстрее, как только инновация зарекомендовала себя на экспериментальном этапе, ведь чем быстрее движешься, тем быстрее учишься: необходимо делать небольшие быстрые шаги, и после каждого шага будет виден результат, сработало ли нововведение или нет.

Предпринимательство — это менеджмент. Стартапу нужен менеджмент нового типа, который будет подходить к условиям чрезвычайной неопределенности. Эрик Рис уверен, что любой современной компании, развитие которой зависит от инноваций, нужна должность «предприниматель». Этот второй принцип основан на институционализации стартапа.

Стартап — это организация, а не только продукт, который учит, как управлять этой своей организацией. Поэтому он требует управления, при чем нового вида, специально ориентированного на его контекст.

Подтверждение фактами. Стартапы существуют не для того, чтобы создавать вещи, зарабатывать деньги или обслуживать клиентов. Они существуют, чтобы узнать, как построить устойчивый бизнес. Это обучение может быть подтверждено с научной точки зрения, путем проведения экспериментов. Методология Lean Startup основана на процессе обучения. Учебная часть является очень надежным способом создания компании. Доказанное предположение заключается в том, что если потраченное на создание продукта время тратится на то, чего хотят клиенты, то в конечном продукте, который приходит после этого процесса, навряд ли можно ошибиться.

Как и любая другая методология Lean Startup имеет свои недостатки.

Основная проблема состоит в том, что пользователям, в отличие от крупных компаний, нужны не отдельные функции, а продукт, который будет решать их проблемы. Большинство компаний, вдохновившись методологией бережливого стартапа, начали выпускать на рынок сырые и просто никому не нужные продукты, не изучив все нюансы данной методологии.

Одним из весомых недостатков можно считать то, что данная методология «сжигает» команду. Непрерывные инновации — это не так-то просто. Есть проекты, при работе над которым разработчики в компании тестируют по 500 различных нововведений за один налоговый период длиной 2,5 месяца. Если подсчитать, то получается по 11 тестов в день. Работа в таком адском режиме очень быстро может истощить силы команды.

Настоящее предпринимательство заключается не в том, чтобы оттестировать каждую мелочь, а в том, чтобы найти действительно важные вещи, которые могут принести большую прибыль, и вплотную заняться их отладкой. Таким образом, к примеру, может получиться, что 70% нововведений даже не доходят до тестов, потому что не представляют большой ценности для бизнеса.

Еще один недостаток — методология обесценивает архитектуру проекта. Компании, которые фокусируются на концепции MVP, как правило экономят на архитектуре проекта. Если нет времени на построение продукта целиком, заморачиваться с его архитектурой точно никто не станет.

Также недостатком является и то, что Lean Startup иногда приводит к созданию не очень хороших продуктов. Продукты, которые создаются для решения какой-то одной задачи и быстро выпускаются на рынок, получаются сырыми и не могут завоевать большую любовь пользователей.

Методология Lean Startup не для всех.

Предприниматели часто адаптируют стартап методологии до последней детали без какой-либо проверки специфики для определения действительно подходит ли данная методология для их продукта. Как известно, концепция «Lean Startup» началась с книги Эрика Райса и философия данной методологии основана на научной методологии создания стартапов и быстрого получения продуктов в руках клиентов. Однако нужно понимать, что данная методология подходит не для всех. Есть три рекомендации для предпринимателей, которые готовы запустить свой стартап.

Первая рекомендация — не все стартапы должны быть «Lean Statrup'ами». Lean Startup включает структурирование продукта вокруг отзывов потребителей во время разработки продукта, однако некоторые идеи не будут поняты или приняты без доказанного продукта.

Вторая рекомендация — «это не повод экономить на продажах или маркетинге». Некоторые предприниматели, специализирующиеся на Lean Startup, руководствуются философией, что только сам продукт имеет значение, но продажи и маркетинг по-прежнему необходимы для привлечения инвесторов.

Третья рекомендация — «не становитесь одержимыми на «Развороте»». «Разворот» — это один из основных принципов в Lean Startup, который побуждает предпринимателей менять направление, когда это необходимо. Тем не менее, частое использование этого принципа может привести к «фетишу на провал»^{англ. The Failure Fetish — выражение, которое стало неотъемлемой частью лексики стартап-сообщества, где принцип неудач воспринимается как способ обучения и принятия быстрых изменений, чтобы найти подходящий продукт или рынок} и иногда для предпринимателя лучше настаивать на каком-то определенном направлении развития, а не менять их постоянно.

Все методологии, такие как Lean, много предлагают для начинающих, но нет единого подхода, подходящего

для всех предприятий и/или предпринимателей. Для получения рекомендаций о том, какие методы лучше всего подходят для определенного стартапа, стоит обратиться в какой-нибудь центр обучения для получения доступа к специализированным услугам наставничества и семинарам предпринимателей.

В заключении стоит отметить, что изначально, методология Lean Startup формировалась на основе деятельности технологических компаний в Силиконовой Долине. Теперь, философия бережливого стартапа расширила свои горизонты и может применяться для отдельно взятого человека, команды, компании или даже государства, которые хотят разработать и представить на рынок новый продукт или услугу. Если разобраться подробнее, принципы Lean Startup применяются к государственным программам, здравоохранению и решению великих проблем в мире. В конечном итоге это ответ на вопрос о том, как можно быстрее узнать, что работает, и отбросить то, что не работает.

Проанализировав недостатки методологии, можно сказать, что на ранних стадиях жизни компании, когда средств может катастрофически не хватать, а на рынок нужно выйти как можно скорее, эта методология отлично подходит. Чтобы построить долгосрочный бизнес, необходимо двигаться поэтапно, итерациями, а не в таком быстром темпе, который может загнать команду.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Startup Genome Report Extra on Premature Scaling [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://s3.amazonaws.com/startupcompass-public/StartupGenomeReport2_Why_Startups_Fail_v2.pdf/. — Загл. с экрана. — Яз. англ.
2. The Lean Startup [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://theleanstartup.com/>. — Загл. с экрана. — Яз. англ. Завлин, П. Н. Оценка эффективности инноваций / П. Н. Завлин, А. В. Васильев. — СПб: Бизнес-Пресса, 1998.
3. Why Not Every Startup Can or Should be a Lean Startup [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ricentre.ca/2013/03/why-not-every-startup-can-or-should-be-a-lean-startup/>. — Загл. с экрана. — Яз. англ.
4. A Beginner's Guide: POC vs. MVP vs. Prototype [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://clearbridgemobile.com/beginners-guide-poc-vs-mvp-vs-prototype/>. — Загл. с экрана. — Яз. англ.
5. Бизнес с нуля. Метод Lean Startup. Книга за 15 минут [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/company/makeright/blog/299560/>. — Загл. с экрана. — Яз. рус.
6. Stefanov S. I. JavaScript Patterns: Build Better Applications with Coding and Design Patterns / S. I. Stefanov. — USA: O'reilly Media, 2012—216 p.
7. Рис Э. Бизнес с нуля. Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели / Э. Рис. — М: ООО «Альпина Паблишер», 2014—330 с.
8. Добро пожаловать в Lean Marketing [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/company/horox/blog/295934/>. — Загл. с экрана. — Яз. рус.
9. Тюнин, Е. Б. Информационные технологии / Е. Б. Тюнин, В. Ю. Кондратьев. — Краснодар: КубГАУ 2013. — 135с.
10. Тюнин Е. Б. Проектирование информационных систем / Е. Б. Тюнин, В. Ю. Кондратьев // Краснодар: КубГАУ, 2012. — 240 с.

© Зарученко Анастасия Андреевна (zaruchenko.a.a@gmail.com), Танкаян Алексей Игоревич (djmb42@gmail.com),

Тюнин Евгений Борисович (tunin_ora@mail.ru), Кондратьев Валерий Юрьевич (kvlvs@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

APPROACH TO IMPLEMENTATION OF MODELING THE PERFORMANCE OF COMPUTER SYSTEM

**A. Kalistratov
G. Afanasyev**

Summary. The article describes an approach to a computer system performance modeling. Two methods of performance modeling for a virtualized environment are described. Questions of improvement of accuracy of such model by its consecutive adaptation during work are specified. The process of building a performance model is depicted. The authors describe the process of collecting data on the operation of processes and services and their representation as components of the model. The conclusion about possible development of this approach and ways of development is made.

Keywords: performance, performance measurement, performance modeling, virtual machines.

Калистратов Алексей Павлович

Аспирант, МГТУ им. Н.Э. Баумана
akalistratov@gmail.com

Афанасьев Геннадий Иванович

К.т.н., доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана
gaipcs@bmstu.ru

Аннотация. В статье описывается подход к моделированию производительности вычислительной системы. Приводится описание двух способов моделирования производительности для виртуализированной среды. Уточняются вопросы улучшения точности такой модели путем ее последовательной адаптации в процессе работы. Описывается процесс построения модели производительности. Авторы описывают процесс сбора данных по работе процессов и служб и их представление в виде компонентов модели. Делается вывод о возможном развитии данного подхода и путях развития.

Ключевые слова: производительность, измерение производительности, моделирование производительности, виртуальные машины.

Введение

Существует несколько подходов к решению задачи предсказания и моделирования производительности виртуальных машин. Однако, она зависит не только от количества выделенных под виртуальную машину системных ресурсов, но и от характера использования этих ресурсов системой-хостом. В случае параллельного использования этих ресурсов другими виртуальными машинами производительность будет отличаться. Таким образом, необходимо учитывать изменения в доступе к выделенным виртуальной машине ресурсам.

В данной работе авторы делают допущение, что параллельно могут использоваться только ресурсы процессора. Несмотря на то, что фактически это не так (параллельно могут использоваться ресурсы процессора, оперативной памяти, жесткого диска), это допущение делается для упрощения измерения влияния одного из компонентов на общую производительность системы.

Влияние параллельного использования процессорных ядер и оперативной памяти может быть отслежено напрямую с помощью программного обеспечения, загрузка этих ресурсов видна в гостевой операционной системе. Также на результат может влиять параллельное использование таких ресурсов как процессорный кэш

и шина памяти, при этом мы не можем никак отследить загрузку этих узлов, т.к., они управляются без участия пользователя [1].

Стоит отметить, что необходимо учитывать также и особенности поддержки и реализации технологий виртуализации в различных гипервизорах или аппаратном обеспечении [2]. Это тоже может внести свой вклад в изменение значений производительности и/или работу с предоставленным объемом системных ресурсов. Однако, в данной статье влияние этого фактора не учитывается. По мнению авторов, на данном этапе изучения вопроса влияния возможных сценариев использования заданного количества системных ресурсов и их влияния на производительность разумно будет сконцентрироваться на изучении одного определенного гипервизора.

В данной работе рассматриваются некоторые вопросы, возникающие при решении задачи моделирования производительности вычислительной системы и некоторых проблем, возникающих в ходе решения данной задачи. Особенность моделирования в данном случае заключается в том, что стоит задача смоделировать производительность виртуализированной вычислительной системы, что заставляет учитывать не только «традиционные» факторы, влияющие на производительность, но также и некоторые особенности, связанные с применением виртуализации.

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Для того, чтобы перейти к вопросу моделирования производительности виртуальных машин, необходимо определить доступные способы моделирования производительности. Это может быть сделано следующим образом:

1) **Оффлайн-моделирование.** При таком подходе мы предполагаем, что производительность может быть заранее измерена на нескольких платформах хостовых систем, в различных конфигурациях оборудования и установок виртуальных машин. Также мы предполагаем, что вся нагрузка (как минимум на уровне виртуальной машины) может быть разделена на отдельные части (например, на процессы и службы) с целью измерения их влияния на поведение виртуальной машины. Таким образом, при измерениях и наблюдениях основной целью является настройка модели для предсказания производительности различных конфигураций системы в будущем.

2) **Онлайн-моделирование.** При этом подходе мы предполагаем, что нам по тем или иным причинам недоступно оффлайн-моделирование и факторы, влияющие на производительность виртуальных машин, должны быть оценены в режиме реального времени. В этом случае необходимо создать такую модель, которая бы отражала производительность виртуальных машин определенного типа для определенной платформы.

В дополнение к этому, необходимо учитывать и разделить следующие виды системных ресурсов, так как они могут быть использованы различным образом (как параллельно, так и отдельно друг от друга), что, как было определено в предыдущем разделе, значительно влияет на производительность:

1) **Видимые ресурсы:** системные ресурсы, показатели которых доступны для измерения с помощью средств операционной системы (ОС) или гипервизора. Например, загрузка ядра, объем занятой оперативной памяти, операции ввода-вывода жесткого диска.

2) **Невидимые ресурсы:** системные ресурсы, которые на данный момент недоступны для получения параметров использования с помощью операционной системы или гипервизора, например, занятое пространство в кэш-памяти или параметры конвейера ядра. Соответственно, кэш-память, занятая некой виртуальной машиной, не может быть отслежена и измерена гипервизором. Аналогичная ситуация с ресурсами конвейера при их использовании потоком в процессорном ядре. Однако, есть показатели производительности, напрямую завися-

щие от того, используется ли кэш или ядро параллельно, или нет, например, количество тактов за инструкцию или количество промахов в кэше на инструкцию. Их можно считать с помощью некоторых инструментов мониторинга системы [3].

Требования к модели

Предлагаемый подход к моделированию производительности виртуальных машин является собой получение примерного расчета объема системных ресурсов платформы, которые будут в распоряжении каждой виртуальной машины на момент ее запуска в гипервизоре, а затем их распределение по компонентам-потребителям с получением результата их выполнения, включающего в себя запуск и работу системных служб.

Для онлайн-моделирования производительности важно поддерживать синхронизацию модели производительности с моделируемой системой. В противном случае, как только модель производительности системы построена, она может быстро устареть и, таким образом, больше не будет представлять реальную систему. Изменения конфигурации и развертывания распространены в современных корпоративных системных средах [4]. Например, прямо во время работы запускаются или изменяются службы, приложения, иногда даже конфигурации виртуальных машин. При изменении системы представления модели производительности также должны быть обновлены [5]. Следует реализовать привязку модели производительности к среде системы, т.е. в постоянной адаптации модели во время работы системы. Модель должна предоставлять актуальную и точную информацию о системе для обеспечения точных прогнозов производительности. В терминах моделей среды выполнения модель должна быть причинно-связным представлением системы. В этом случае она будет постоянно отражать структуру и поведение системы, относящееся к производительности. Для достижения такого зеркального отображения нужно следовать предложению о конвергенции прогнозирования производительности, то есть моделирования и прогнозирования как взаимосвязанных видов деятельности [6]. Во время выполнения компоненты системы реализуются и развертываются в целевой рабочей среде. Это позволяет получать репрезентативные оценки различных параметров модели с учетом реальной среды исполнения. Кроме того, для итеративного уточнения точности параметры модели можно непрерывно корректировать [7]. Также информация, относящаяся к производительности, может отслеживаться и описываться на уровне экземпляра компонента, а не только на уровне типа, что характерно для существующих образцов онлайн-моделирования производительности. Однако в процессе эксплуатации мы не имеем возможности проводить произвольные

эксперименты, так как система находится в производстве и используется реальными заказчиками, выдающими запросы.

Таким образом, наша задача сводится к интеграции моделей производительности на уровне архитектуры и системных сред. Интеграция осуществляется двумя способами:

- ◆ методом полуавтоматического извлечения информации об изменениях модели на основе данных мониторинга;
- ◆ методом автоматического сбора данных о потреблении ресурсов приложениями во время их запуска и завершения.

В каждом случае мы различаем статическую структурную информацию системной среды (например, типы используемых приложений) и динамические параметры (например, потребности приложений в ресурсах), которые отражаются в моделях. Как полуавтоматический, так и автоматический способы используют данные мониторинга в качестве входных данных для изменения исходных данных для модели производительности.

Помимо общего мониторинга функций, таких как контроль использования ресурсов, контрольная инфраструктура должна позволять отслеживать системные запросы и предоставлять средства для контроля затрат и контроля операций [8]. Также следует принимать во внимание то, что данные измерений используются для характеристики модели и мы должны хранить такие параметры, как, например, время отклика на системные запросы, количество занимаемой приложением оперативной памяти или же процессорное время. Необходимо не только запоминать собранные данные, но и аккумулировать временные ряды в виде функций вероятности, что позволит значительно сократить объем хранимых и обрабатываемых данных.

Системные запросы можно отслеживать с помощью метода, который мы обозначаем как трассировка пути вызова. Выполняемый системный запрос преобразуется в путь через граф потока управления, ребра которого являются базовыми блоками, т.е. ребро представляет часть кода в приложении только с одной точкой входа и только с одной точкой выхода [9]. Путь через график потока управления может быть представлен последовательностью ссылок на базовые блоки. Для простоты запросы с поведением разветвления игнорируются, такие запросы будут преобразовываться в дерево в графе потока управления. Мы предполагаем, что мы можем отслеживать и сохранять запросы в так называемые записи событий, определяемые как кортеж $e = (l, t, s)$, где l ссылается на начало или конец базового блока, t является меткой времени и s идентифицирует системный запрос.

Запись события указывает, что l был достигнут s в момент времени t . Для отслеживания отдельных системных запросов необходимо получить набор записей событий во время их выполнения. Затем набор собранных записей событий должен быть упорядочен, для чего он разбивается на классы эквивалентности $[a]R$ в соответствии со следующим соотношением эквивалентности: пусть $a = (l_1; t_1; s_1)$; $b = (l_2; t_2; s_2)$ — записи событий, полученные с помощью мониторинга или иных способов. Тогда a относится к b , т.е. E , $a \sim b$, тогда и только тогда, когда $\Sigma_1 = \Sigma_2$.

Описания моделируются как случайные переменные, каждое из которых представлено вероятностным распределением по темпу выборки. Учитывая, что выборочные пространства времени отклика, количества итераций цикла и потребности в ресурсах бесконечны, а в случае времени отклика и потребностей в ресурсах также непрерывны, индивидуальная вероятность невозможна в случае, если имеется большое количество выборок. Вместо того, чтобы использовать функцию вероятности для характеристики случайной величины, необходимо аппроксимировать функцию плотности вероятности. Другими словами, учитывая набор измерительных выборок, необходимо построить гистограмму, представляющую эмпирическую функцию плотности. Количество ячеек гистограммы и их размеры должны быть выбраны для того, чтобы упростить представление распределения, обеспечивая при этом репрезентативную форму функции плотности. Существует множество подходов к построению гистограмм, мы различаем статические гистограммы, когда базовый набор выборок должен быть доступен в начале построения гистограммы, и динамические гистограммы, когда гистограмма может быть последовательно уточнена по мере появления новых образцов измерений [10].

Построение модели

Процесс построения модели представляется состоящим из четырех шагов:

- 1) Составляется аппаратная архитектура измеряемой системы (виртуальная машина, физическая машина).
- 2) Составляется программная архитектура для измерения производительности.
- 3) Из заранее накопленных данных составляются параметры модели производительности.
- 4) Полученная из компонентов модель итеративно корректируется до тех пор, пока не будет обеспечена приемлемая точность.

Методы извлечения параметров модели эквивалентны методам, которые используются для сбора параметров. Учитывая, что мы используем данные мониторинга, мы рассматриваем только те компоненты, которые

используются измеримо во время выполнения. Таким образом, игнорируются те компоненты, для которых отсутствуют данные мониторинга. Для выделения компонентов мы используем подход, называемый компонентизацией. Компонентизация — это процесс разбиения рассматриваемой архитектуры приложения на компоненты. Границы компонентов могут быть получены различными способами, например, заданы вручную архитектором системы или извлечены автоматически с помощью статического анализа кода. Степень детализации идентифицированных компонентов определяет степень детализации единиц, производительность которых должна быть охарактеризована, и, следовательно, степень детализации результирующей модели производительности. В контексте автоматического извлечения модели граница компонента задается как набор программных строительных блоков, рассматриваемых как единое целое. Например, это может быть набор классов или набор сервлетов Java. После определения границ компонентов связи между компонентами можно автоматически определять на основе данных мониторинга. Мы определяем контрольный поток между идентифицированными компонентами, используя трассировку пути вызова. Учитывая список путей вызовов и знания о границах компонентов, можно определить список эффективно используемых компонентов, а также их фактические записи (предоставляемые услуги) и выходы (необходимые услуги). После извлечения компонентов и соединений между ними необходимо извлечь абстракции поведения службы. Различают три уровня абстракции: черного ящика, грубая и точная. Каждый из уровней требует различной точности входных данных и своего подхода к их сбору.

Абстракция черного ящика захватывает представление поведения службы с точки зрения потребителя службы без каких-либо дополнительных сведений о поведении службы. Модель черного ящика может быть извлечена путем параметризации ее с измеренным временем отклика

Грубая абстракция фиксирует поведение компонента при наблюдении снаружи на границах компонента. Модель грубой абстракции может быть получена путем параметризации частоты внешних вызовов компонента и общих требований ресурса компонента. Таким образом, нам потребуется информация об общем потреблении ресурсов компонента, однако информация о внутреннем поведении компонента не рассматривается.

Для точной абстракции потребуется информация о потоке управления компонентами и ее процессах. Поток управления, относящийся к производительности, состоит из внутреннего ресурсоемкого поведения компонента и информации о том, как она использует

внешние вызовы компонента. Разницу можно заметить в случае, если компонента вызывается один или десять раз в процессе выполнения приложения. Модель точной абстракции, которую мы стремимся извлечь, является абстракцией фактического контрольного потока. Действия, связанные с производительностью, — это внутренние вычислительные задачи и вызовы внешних компонент, следовательно, также циклы и ветви, в которых вызываются внешние компоненты. Набор путей вызова, полученных на предыдущем шаге, предоставляет информацию о том, как предоставляемая компонента связана с вызовами внешнего компонента.

Пусть множество ХС-набор служб компоненты С, а Y — искомый набор служб, где $Y^C = y_1^C, \dots, y_n^C$. Затем обозначим системные вызовы компонент как функцию $G: x \rightarrow S_x$, где $x \in X, S_x \in \{(l_1, \dots, l_n) | n \in N, l_n \in Y\}$. G является отображением x на S_x и является собой набор последовательностей наблюдаемых внешних вызовов компоненты С.

Существует несколько подходов для определения вызовов служб для набора компонент, позволяющих определить влияние этого ПО на производительность. Путем отслеживания падения производительности одновременно запускаемых компонент можно определить однотипные службы и заложить основу для их оптимизации путем одновременного выполнения одной службы для нескольких компонент.

Заключение

Накапливая зависимости и функции вероятности для поведения компонент и служб, можно выделить области действия определенных переменных для модели производительности, основанной на влиянии запуска различных служб в пределах данных компонент. В случае, если переменная модели не имеет указанной области, мы полагаем, что данная переменная уникальна и начинаем накапливать для нее зависимости без учета предыдущего опыта. При этом, накопленные для в процессе всех наблюдений за одинаковыми службами данные могут использоваться для всех компонент, содержащих в себе эти службы, равно как и их вызовы. Этот процесс можно автоматизировать, что потребует кластерного анализа «сверху вниз» для накапливаемых значений переменных. Цель состоит в том, чтобы подобрать кластеризацию элементов так, чтобы значения, наблюдаемые в одном экземпляре компонента, могли быть назначены точно одному кластеру и один кластер для всех наблюдаемых значений будет соответствовать пустому набору областей для переменной модели.

Кроме того, в модель можно добавить перекрестные зависимости служб. В зависимости от того, может ли зави-

симость службы быть явно охарактеризована или должна быть просто помечена для эмпирической характеристики на основе наблюдений, должен быть настроен тип отношений, ее характеризующих. Автоматическое определение зависимостей соответствующих служб требует анализа чувствительности всех задействованных параметров. Учитывая, что набор всех задействованных параметров будет содержать все входные параметры службы или компонента и все переменные для модели производительности, на данном этапе авторы полагают автоматизированное обнаружение нецелесообразным, т.к., накопление данных приведет к преждевременно-

му их устареванию, а перед запуском системы накопить данные в процессе экспериментов будет невозможно.

Итоговой целью работы является автоматизация процесса построения моделей производительности путем наблюдения за поведением системы во время ее выполнения. При этом факторы, значительно влияющие на производительность, должны автоматически извлекаться с использованием данных мониторинга с минимальным вмешательством человека. Это позволит сделать процесс оценки производительности очень быстрым и точным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калистратов А.П., Афанасьев Г. И., Ревунков Г. И., Семкин П. С., Влияние распределения системных ресурсов на производительность виртуальных машин, Динамика сложных систем — XXI век. 2017. Т. 11. № 4. С. 46–50.
2. Горбачевская Елена Николаевна, Марфин Сергей Григорьевич Мониторинг виртуальной вычислительной системы // Вестник ВУиТ. 2010. № 16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-virtualnoy-vychislitelnoy-sistemy> (дата обращения: 10.04.2018).
3. Калистратов А.П., Федосеев Д. А., Измерение производительности виртуальных машин, 19-я Молодежная международная научно-техническая конференция «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2017». — г. Москва, 19 апреля 2017 г., НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана. 387 с.
4. Saavedra-Barrera, Rafael Hector. CPU performance evaluation and execution time prediction using narrow spectrum benchmarking. Diss. University of California, Berkeley, 1992.
5. Venkataraman, Shivaram, et al. «Ernest: Efficient Performance Prediction for Large-Scale Advanced Analytics.» NSDI, 2016.
6. Wang, Kewen, and Mohammad Maifi Hasan Khan. «Performance prediction for apache spark platform.» High Performance Computing and Communications (HPCC), 2015 IEEE7th International Symposium on Cyberspace Safety and Security (CSS), 2015 IEEE12th International Conferen on Embedded Software and Systems (ICESSE), 2015 IEEE17th International Conference on. IEEE, 2015.
7. Романчук, В. А., В. В. Лукашенко. «Моделирование структуры нейрокомпьютерного вычислительного кластера.» Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления 21 (2017).
8. Сорокин С.А., Чудинов С. М., Сорокин А. П., Болгова Е. В. Методы оценки производительности вычислительных комплексов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2017. № 9 (258). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-proizvoditelnosti-vychislitelnyh-kompleksov> (дата обращения: 10.04.2018).
9. Felter, Wes, et al. «An updated performance comparison of virtual machines and linux containers.» Performance Analysis of Systems and Software (ISPASS), 2015 IEEE International Symposium On. IEEE, 2015.
10. Van Werkhoven, Ben, et al. «Performance models for CPU-GPU data transfers.» Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2014 14th IEEE/ACM International Symposium on. IEEE, 2014.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ ДЛЯ КОНТЕЙНЕРОВ

VIRTUAL COMPUTING NETWORKS FOR CONTAINERS

**M. Kamande
A. Cubahiro**

Summary. This article concerns questions related to networking among containers. The case of Linux Containers is analyzed as an example of OS level virtualization. Methods for providing containers with networking in OS Linux are discussed. The networking questions are discussed for the case of virtual computational cluster. Two approaches for networking are also discussed. In particular, these virtual interfaces provided in OS Linux are discussed: «veth» interface and «macvlan» interface.

Keywords: Containers, networking, virtual networks, computational clusters, Linux Containers.

Команде Магдалине Вамбуи

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В. И. Ульянова (Ленина)
magdalynde@gmail.com

Чубахино Амисси

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В. И. Ульянова (Ленина)
amcubahiro@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются вопросы сетевого взаимодействия в рамках контейнеров. Проанализирован случай виртуализации на уровне операционной системы с использованием Linux Containers. Рассмотрены способы организации сетевого взаимодействия для контейнеров в операционной системе Linux. Вопросы сетевого взаимодействия рассматриваются применительно для случая виртуального вычислительного кластера. Рассмотрена работа двух виртуальных интерфейсов для ОС Linux: «veth» и «macvlan».

Ключевые слова: Контейнеры, сетевое взаимодействие, виртуальные сети, вычислительные кластеры, Linux Containers.

Общие сведения

Виртуализация на уровне ОС — перспективное направление, востребованное в последние годы. Такой подход к виртуализации вызывает все больший интерес как в академической среде, так в сфере бизнеса. Контейнеры в ОС Linux — одно из лучших решений. Доказательством этому могут служить программные комплексы, созданные на их основе (например, Docker [1], Singularity [2]). Виртуализация на уровне ОС предлагает достаточную степень изоляции ресурсов при крайне низких накладных расходах. Такое соотношение не может предложить ни один другой тип виртуализации. Контейнеры в ОС Linux предлагают гибкость конфигурирования и производительность для решения различных задач. Контейнеры могут использоваться как для запуска сервисов, так и для организации расчетов. И в том, и в другом случае производительность сети — важный фактор, который может сказаться на общей производительности расчетов, ведь как для предоставления сервиса, так и для расчетов, очень часто используют вычислительные кластеры, в рамках которых производительность сети выходит на первый план, зачастую являясь главным ограничивающим фактором. Таким образом, рассмотрение вопросов, связанных с виртуальными вычислительными сетями для контейнеров, является важной и актуальной задачей. Рассмотрению вопросов производительности и безопасности контейнеров и виртуальных машин посвящен ряд статей, например, [3] и [4].

Но, прежде чем рассматривать отдельные аспекты работы виртуальных сетей, необходимо рассмотреть возможности изоляции ресурсов в рамках контейнеров Linux, они представлены отдельными пространствами имен, которые перечислены далее.

1. Отдельное пространство имен для процессов — PID («Process Identifier») namespace. Использование данного пространства имен позволяет изолировать иерархию процессов в рамках отдельных контейнеров. Так, процессы одного контейнера будут недоступны для процессов другого контейнера (пользователь, работающий в рамках одного контейнера, даже не сможет увидеть процессы другого контейнера).
2. Отдельное пространство имен для межпроцессного взаимодействия — IPC («Inter-Process Communication») namespace. Позволяет изолировать ресурсы IPC.
3. Отдельное пространство имен для пользователей и групп — User namespace. Позволяет изолировать ресурсы, связанные с обеспечением безопасности работы пользователей и групп.
4. Отдельное пространство имен для иерархии каталогов — Mount namespace. Позволяет разным контейнерам работать с различными иерархиями каталогов.
5. Отдельное пространство имен для UTS («UNIX Time-sharing System») — UTS namespace. Позволяет изолировать ресурсы, связанные с именем узла.
6. Отдельное пространство имен для сетевого взаимодействия (сетевое пространство имен) — Net

namespace. Позволяет изолировать ресурсы, связанные с обеспечением работы сети.

Выбор необходимой степени изоляции выполняется при создании нового процесса с помощью системного вызова «clone». В рамках данной статьи рассматривается лишь вариант использования отдельных пространств имен для сетевого взаимодействия. Большая степень изоляции обеспечиваться не будет, поскольку данная статья посвящена именно виртуальным сетям для контейнеров.

Отдельное сетевое пространство имен в рамках Linux позволяет обеспечить изоляцию следующих ресурсов: настройки отдельных стеков сетевых протоколов (например, ограничения на использование памяти для очередей, связанных с сокетами), ресурсы, связанные со стеками протоколов (например, таблицы маршрутизации, адреса и номера портов), сетевые интерфейсы. Стоит отметить, что сетевые интерфейсы могут быть как физическими, так и виртуальными — и в том, и в другом случае в рамках Linux сетевой интерфейс будет представлен экземпляром структуры «net_device». И каждое такое представление связано с определенным сетевым пространством имен (созданным или пространством имен по умолчанию). При этом сетевое устройство может принадлежать лишь одному пространству имен. Так, сетевые пространства имен определяют к каким сетевым устройствам будет иметь доступ контейнер.

Способы организации сетевого взаимодействия для контейнеров

Однако выделение физического интерфейса для контейнера в отдельном сетевом пространстве имен кажется нецелесообразным, ведь в таком случае доступ к нему будет иметь лишь один контейнер. Поэтому для контейнеров, как правило, используются виртуальные сетевые интерфейсы. Отдельные сетевые интерфейсы для каждого контейнера позволяют работать контейнерам с отдельными сетевыми адресами (возможно, в разных подсетях). Использование разных сетевых пространств имен для разных контейнеров позволяет задавать настройки для сетевого стека каждого контейнера независимо. В рамках Linux доступен ряд виртуальных сетевых интерфейсов, однако для работы контейнеров, как правило, используют или интерфейсы «veth» («Virtual Ethernet») вместе с интерфейсом «bridge», или интерфейсы «macvlan». Именно рассмотрению этих двух вариантов и будет уделено основное внимание в рамках данной статьи. Отсюда и далее под «контейнером» подразумевается контейнер, работающий в отдельном сетевом пространстве имен, если явно не указано иное.

Интерфейс «veth»

Данный интерфейс подразумевает пару интерфейсов одинакового типа. При отправке кадра через один из двух интерфейсов, кадр появляется на втором интерфейсе — ОС получает кадр примерно также, как если бы он был получен на втором интерфейсе, например, из внешней сети. Интерфейсы равноценны, для их работы используются одни и те же функции. Если интерфейсы принадлежат к разным сетевым пространствам имен, то с помощью пары таких интерфейсов можно организовать передачу кадров между отдельными сетевыми пространствами имен. Такой подход используется как раз в рамках контейнеров Linux с разными сетевыми пространствами имен. Благодаря интерфейсу «veth» можно организовать передачу данных между отдельными контейнерами или между контейнером и хостовой ОС (имеется ввиду сетевое пространство имен по умолчанию, в котором работают процессы, не принадлежащие контейнеру).

Однако отдельная пара интерфейсов «veth» сама по себе, как правило, не используется. Контейнерам, как правило, требуется доступ во внешнюю сеть. Для этого необходимо организовать передачу данных между контейнером и физическим сетевым интерфейсом. Для этой цели, как правило, используется виртуальный мост Linux — интерфейс «bridge». Он выполняет ту же роль, что и обыкновенный физический мост, а именно объединение отдельных сегментов сети. Он точно также работает на втором уровне модели OSI («Open System Interconnection»). Он постепенно собирает информацию об известных узлах с тем, чтобы отправлять кадры лишь по нужному порту. Он поддерживает STP («Spanning Tree Protocol»). Как правило, мост работает в сетевом пространстве имен по умолчанию, в котором, как правило, работают и физические сетевые интерфейсы. Поэтому к мосту можно подключить, как физический интерфейс, так и интерфейс «veth» из пары, работающий в сетевом пространстве имен по умолчанию (речь идет об ассоциации экземпляра структуры «net_device», представляющего физический сетевой интерфейс в системе, с виртуальным сетевым мостом). Если второй интерфейс будет работать в сетевом пространстве имен контейнера, то благодаря такому подключению можно будет наладить передачу данных из контейнера во внешнюю сеть и наоборот. Схематично работа интерфейсов «veth» и «bridge» изображена на рис. 1.

На рис. 1 «veth0» и «veth1» являются парными интерфейсами «veth», как и «veth2» и «veth3». Интерфейсы «veth1» и «veth3» находятся в отдельных сетевых пространствах имен, используемых в рамках контейнера 1 и 2 соответственно. Интерфейсы «veth0» и «veth2» находятся в сетевом пространстве имен по умолчанию

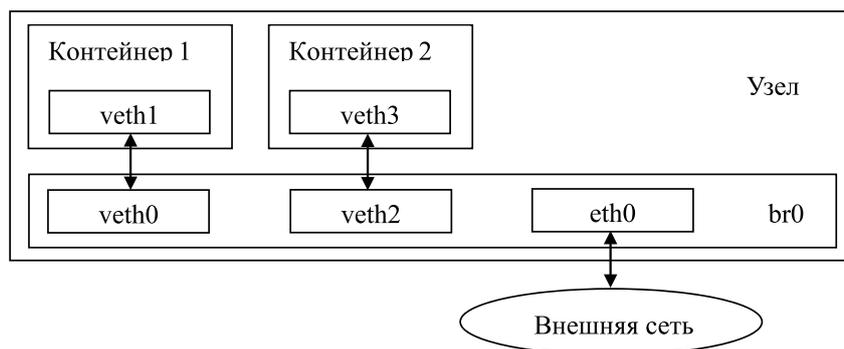


Рис. 1

и включены в мост «br0» (интерфейс «bridge»). В этот же мост включен и физический сетевой интерфейс «eth0», подключенный ко внешней сети.

При получении кадра из внешней сети через интерфейс, включенный в мост, ОС отдает кадр на обработку специальной функции реализации моста. В рамках этой функции определяется порт назначения для кадра по MAC-адресу назначения в заголовке Ethernet. Если это MAC-адрес интерфейса «veth» контейнера, мост передаст кадр на порт, с которым связан второй интерфейс «veth», и кадр в итоге появится на интерфейсе в рамках контейнера. Таким образом контейнер получит кадр из внешней сети.

Интерфейс «macvlan»

Данный интерфейс, в отличие от интерфейса «veth», не требует дополнительного интерфейса-моста, так как сам может выполнять функции моста. При работе с данным интерфейсом необходимо указать «нижележащее» устройство. Таким устройством может быть как физический и интерфейс, так и виртуальный. С одним «нижележащим» устройством может быть связано несколько интерфейсов «macvlan».

Интерфейс «macvlan» может работать в нескольких режимах, которые перечислены далее.

1. Режим «private». В данном режиме каждый интерфейс «macvlan» работает независимо от других интерфейсов того же типа. Такой режим подходит, например, если предполагается работа лишь одного контейнера.

2. Режим «passthru». В данном режиме с одним «нижележащим» устройством может быть связан только один интерфейс «macvlan». В этом режиме все кадры, пришедшие на «нижележащее» устройство, будут передаваться на этот единственный интерфейс «macvlan» (как если бы

они были физически получены на данном интерфейсе «macvlan»). В этом режиме виртуальный интерфейс «macvlan» даже унаследует MAC-адрес «нижележащего» устройства.

3. Режим «bridge». В данном режиме все виртуальные интерфейсы «macvlan», связанные с одним «нижележащим» устройством, могут свободно пересылать кадры друг другу, при этом такие кадры будут передаваться без участия «нижележащего» устройства, в рамках одного узла. «Нижележащее» устройство будет задействовано, когда потребуется отправить кадр от одного из виртуальных интерфейсов «macvlan» во внешнюю сеть.

4. Режим «VEPA» («Virtual Ethernet Port Aggregator»). Данный режим выбирается по умолчанию. Это специальный режим, в рамках которого передача данных осуществляется через «нижележащее» устройство, даже если кадр передается от одного интерфейса «macvlan» другому. При этом предполагается, что кадр, адресованный другому интерфейсу «macvlan», а не узлу во внешней сети, будет передан обратно на узел внешним оборудованием. Такой режим работы может понадобиться в случае, когда требуется централизованная обработка всех кадров, даже если они передаются от одного контейнера другому. Например, по причинам безопасности. В этом случае, вместо применения дополнительных настроек безопасности на узле с контейнерами, можно передавать кадры через общий коммутатор, на котором уже выполнены все необходимые настройки. Но при этом потребуется специальный коммутатор, который будет возвращать кадры на узел, если они адресованы виртуальному интерфейсу в рамках этого же узла (обычный коммутатор, как раз наоборот, не должен отправлять кадр на порт, с которого он пришел).

5. Режим «source». Специальный режим, в котором выполняется работа с отдельным списком MAC-адресов (для поиска используется MAC-адрес источника из кадра).

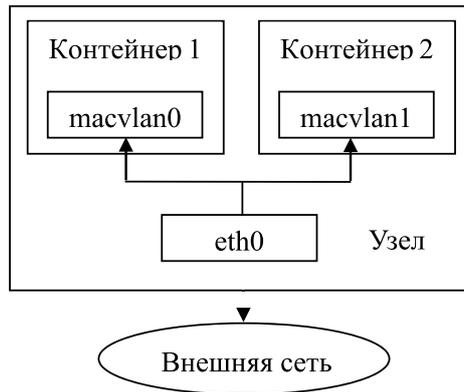


Рис. 2

В случае работы нескольких контейнеров без специального коммутатора, поддерживающего «VEPA», во внешней сети, можно использовать режим «bridge». Он и будет рассмотрен далее. Для работы каждого из контейнеров создается отдельный виртуальный интерфейс «macvlan», расположенный в отдельном сетевом пространстве имен (связанным с контейнером), однако, все эти виртуальные интерфейсы связаны с одним «нижележащим» устройством, которое, как правило, является физическим интерфейсом. При такой организации работы кадры могут свободно передаваться между отдельными контейнерами в рамках одного узла, а кадры для узлов во внешней сети могут быть переданы через «нижележащее» устройство, как и кадры от таких узлов в обратном направлении. Схематично работа интерфейса «macvlan» изображена на рис. 2.

На рис. 2 «macvlan0» и «macvlan1» являются интерфейсами «macvlan», связанными с общим «нижележащим» устройством — физическим сетевым интерфейсом «eth0». Интерфейсы «macvlan0» и «macvlan1» находятся в отдельных сетевых пространствах имен, используемых в рамках контейнера 1 и 2 соответственно.

При получении кадра на «нижележащем» устройстве выполняется поиск устройства-назначения (виртуального устройства «macvlan») по MAC-адресу назначения заголовка Ethernet поступившего кадра. Если такое устройство найдено, кадр передается на это устройство (в режиме «passthru» кадр просто передается на единственное устройство «macvlan», связанное с данным «нижележащим» устройством). Таким образом контейнер получает кадр из внешней сети. В случае отправки кадра с устройства «macvlan» в режиме «bridge», выполняется поиск устройства-назначения по MAC-адресу назначения заголовка Ethernet отправляемого кадра. Если такое устройство найдено, и оно также работает в режиме «bridge», выполняется передача кадра на данное устройство, в другом случае кадр передается во внешнюю сеть

через «нижележащее» устройство. Таким образом контейнер может передать кадр во внешнюю сеть. В случае multicast Ethernet кадров устройство «macvlan» в режиме «bridge» передает кадры всем устройствам «macvlan», работающим в этом же режиме и связанным с этим же «нижележащим» устройством, а также во внешнюю сеть через «нижележащее» устройство.

Стоит также отметить, что если потребуется сетевое взаимодействие (например, доступ по ssh) контейнера (с интерфейсом «macvlan» в режиме «bridge») с хостовой ОС (сетевым пространством имен по умолчанию), будет необходимо создать интерфейс «macvlan» (работающий в режиме «bridge») в сетевом пространстве имен по умолчанию, связанный с тем же «нижележащим устройством», иначе доступ к контейнеру по сети будет возможен лишь из внешней сети (хотя запуск приложений в контейнере с отдельным сетевым пространством имен все также будет возможен, например, через «ip netns exec»).

Тестирование виртуальных интерфейсов для контейнеров

Для данной статьи был выполнен ряд тестов, как синтетических, так и предполагающих запуск прикладного приложения для расчетов. Требовалось оценить накладные расходы, связанные с сетью, для случая использования контейнеров в рамках вычислительных кластеров. Данное направление вызывает все больший интерес в последнее время (например, в [4] рассматривается как раз такой вариант). Именно поэтому основное внимание было уделено прикладным задачам.

Во всех случаях выполнялся запуск тестов на двух отдельных узлах (в контейнерах или без них). В рамках контейнеров использовались лишь отдельные сетевые пространства имен. Для обеспечения контейнеров сетью на каждом из узлов использовался сначала интерфейс

Таблица 1

	iperf, Мбит/сек	LINPACK, % от NIC	GROMACS, сек
NIC	94.1	100	242.364
Veth	94.016	99.1	242.452
Macvlan	94.033	99.7	242.944

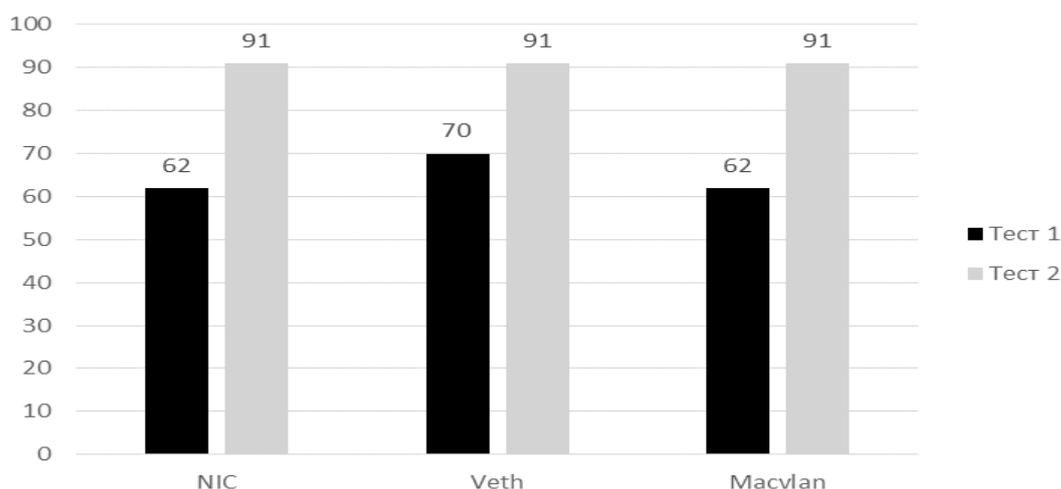


Рис. 3

«veth» вместе с интерфейсом «bridge», а затем интерфейс «macvlan». Затем выполнялось сравнение полученных результатов при использовании каждого из вариантов.

В рамках первого варианта интерфейс «bridge» находился в сетевом пространстве имен по умолчанию. В интерфейс «bridge» включалось одно из устройств «veth», другое устройство «veth» использовалось в рамках контейнера (находилось в сетевом пространстве имен, связанном с контейнером). Также в интерфейс «bridge» включался физический сетевой интерфейс.

В рамках второго варианта использовался интерфейс «macvlan» в режиме «bridge» в сетевом пространстве имен контейнера. «Нижележащим» устройством являлся физический сетевой интерфейс.

Для оценки производительности выполнялся запуск тестов с теми же параметрами не только в рамках контейнера, но и на хостовой ОС, без использования контейнеров (в сетевом пространстве имен по умолчанию) на физическом сетевом интерфейсе.

Создание сетевого пространства имен выполнялось при помощи программы «ip» («ip netns add»). Для контейнеров использовалась отдельная подсеть IP. Настройки параметров сетевого стека выбирались по умолчанию

для данной ОС (описание доступных параметров стека TCP/IP приводится в [5]). И на узлах, и в рамках контейнеров использовалась система «Fedora 26». Использовались узлы архитектуры x86_64 с 8-ядерным процессором и 4 Гб оперативной памяти. Для соединения узлов использовался коммутатор Ethernet, поддерживающий скорость передачи данных до 100 Мбит/сек (Fast Ethernet).

Сначала выполнялся стандартный тест для оценки производительности сети — тест «iperf». В табл. 1 приведены результаты запуска теста (скорость передачи данных в Мбит/сек) с параметрами по умолчанию для случая физического интерфейса (отсюда и далее на рисунках для него будет дано обозначение «NIC»), интерфейса «veth» и интерфейса «macvlan».

Далее выполнялся стандартный тест LINPACK на 2 узлах, запускалось по 8 процессов на узел (по одному процессу на ядро). Результаты его выполнения также приведены в табл. 1. Производительность для случая использования физического сетевого интерфейса без виртуальных сетевых интерфейсов была взята за основу (100%). Для различных виртуальных интерфейсов приводится процент от производительности, полученной для варианта использования только физического сетевого интерфейса.

Наконец, в четвертом столбце табл. 1 приведено время выполнения тестовой задачи GROMACS [6]. Запускалось по 1 процессу на узле, в рамках каждого процесса запускалось по 8 потоков: в рамках GROMACS использовался вариант MPI («Message Passing Interface») вместе с OpenMP («Open Multi-Processing»).

Как видно, во всех трех случаях потери производительности, по сути, нет. Скорость передачи данных, измеренная при помощи программы «iperf», между контейнерами с использованием интерфейса «veth» практически не отличается от скорости в случае использования «macvlan» и от случая передачи данных между узлами без использования контейнеров и виртуальных интерфейсов. Отличия минимальны — их можно объяснить влиянием случайных, несущественных факторов.

В случае выполнения теста LINPACK и тестовой задачи GROMACS потери производительности расчетов не наблюдалось, различия в производительности также были незначительны и также могли быть объяснены влиянием случайных факторов. Наконец, на рис. 3 приводятся результаты запуска (время выполнения в секундах) тестовых задач OpenFOAM [7] для солверов «interFoam» («тест 1») и «rhoPimpleFoam» («тест 2»).

В случае тестовой задачи для солвера «rhoPimpleFoam» потери производительности не наблюдалось. Однако небольшая потеря производительности присутствует в случае тестовой задачи для солвера «interFoam» при использовании интерфейса «veth». После детального анализа выяснилось, что эта разница во времени может быть связана с количеством пакетов: в случае использования интерфейса «macvlan» стеку TCP/IP удается чаще объединять данные для пересылки и отправлять в рамках пакета большей длины. Как результат — в сеть выдается меньше пакетов. Передаваемые пакеты имеют

большую длину, благодаря этому снижаются накладные расходы. Это различие между «macvlan» и «veth» может быть объяснено внутренними проверками стека и особенностями работы «veth»: функция-деструктор вызывается при обработке в рамках «veth».

В статье [3] приводится сравнение производительности для случая сети Ethernet 10 Gbit. В упомянутой статье снижения производительности при использовании Docker с виртуальным интерфейсом не наблюдалось. Как уже было сказано, наблюдаемое на одном из тестов в рамках данной статьи различие в производительности может быть объяснено внутренними особенностями работы стека и не должно проявляться при отправке совершенно одинакового количества пакетов в сеть. Однако требуется больше тестов, соответствующих различным шаблонам использования сети, чтобы сделать окончательный вывод.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в рамках данной статьи после выполнения описанных тестов при использовании виртуальных сетевых интерфейсов для контейнеров снижения производительности сетевого взаимодействия практически не наблюдалось. Интерфейсы «veth» и «macvlan» практически не отличаются по производительности сети (за исключением особых случаев, разница в которых может быть объяснена внутренними особенностями работы интерфейсов и сетевого стека). В случае использования «veth», как правило, требуется создание интерфейса «bridge». В случае использования «macvlan» создание дополнительного интерфейса не требуется. Также «macvlan» поддерживает несколько режимов работы, в том числе «VEPA». Все это делает интерфейс «macvlan» более привлекательным для типичного варианта виртуальной сети контейнеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт проекта Docker [Электронный ресурс] // <https://www.docker.com/>
2. Официальный сайт проекта Singularity [Электронный ресурс] // <http://singularity.lbl.gov/>
3. Felter W. et al. An Updated Performance Comparison of Virtual Machines and Linux Containers [Текст] / W. Felter, A. Ferreira, R. Rajamony, J. Rubio // Performance Analysis of Systems and Software (ISPASS), 2015 IEEE International Symposium On. — IEEE, 2015. — p. 171–172.
4. Xavier M. G. et al. Performance Evaluation of Container-Based Virtualization for High Performance Computing Environments [Текст] / M. G. Xavier, M. V. Neves, F. D. Rossi, T. C. Ferreto, T. Lange, C. A. F. De Rose // Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP), 2013 21st Euromicro International Conference on. — IEEE, 2013. — p. 233–240.
5. Параметры стека TCP/IP в ОС Linux [Электронный ресурс] // <https://www.kernel.org/doc/Documentation/networking/ip-sysctl.txt>
6. Hess B. et al. GROMACS4: Algorithms for Highly Efficient, Load-Balanced, and Scalable Molecular Simulation [Текст] / B. Hess, C. Kutzner, D. van der Spoel, E. Lindahl // Journal of chemical theory and computation 4.3, 2008. — p. 435–447.
7. Официальный сайт проекта OpenFOAM [Электронный ресурс] // <https://www.openfoam.com/>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ НЕРАВНОМЕРНОГО КОДИРОВАНИЯ

DETERMINATION OF PARAMETERS OF SYSTEM OF UNEVEN CODING

S. Kovalsky

Summary. In article determination of parameters of system of uneven coding is based on the serial decision of tasks of parametrical and structural synthesis. It allows producing effective coding with sufficient redundancy which can be used for recovery of the deformed multimedia messages.

Keywords: effective coding, uneven code, residual redundancy, a code tree, synthesis of system of uneven coding.

Ковальский Сергей Петрович;

*К.т.н., доцент, Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации
metal_forever@inbox.ru*

Аннотация. В статье определение параметров системы неравномерного кодирования основано на последовательном решении задач параметрического и структурного синтеза. Это позволяет произвести эффективное кодирование с достаточной избыточностью, которая может быть использована для восстановления искаженных мультимедийных сообщений.

Ключевые слова: эффективное кодирование, неравномерный код, остаточная избыточность, кодовое дерево, синтез системы неравномерного кодирования.

В настоящее время для сжатия мультимедийных сообщений широко используется неравномерное кодирование по алгоритму Хаффмана. Анализ помехоустойчивости неравномерных кодов показывает, что при наличии ошибок в канале связи возникает потеря синхронизации кодовых комбинаций [1, 2, 3]. Это приводит к эффекту размножения ошибок. В результате происходит частичная или полная потеря сообщений.

В случае реальных ограничений: конечное время задержки и дискретность алгоритма кодирования, кодирование не полностью устраняет избыточность источника сообщений [4, 5, 6]. Эту остаточную избыточность можно использовать для восстановления искаженных мультимедийных сообщений.

Определение параметров системы неравномерного кодирования предлагается проводить с помощью решения задач параметрического и структурного синтеза. На первом этапе решается задача определения числа символов в кодовых комбинациях алфавита источника сообщений, т.е. количество бит в кодовой комбинации на каждую букву алфавита. На втором этапе, по полученным значениям в виде вектора с длинами кодовых комбинаций, находится решение задачи определения структуры неравномерного дерева, т.е. получения правила кодирования.

Пусть имеется набор i -х букв источника, $i = \overline{1, M}$, где M — число букв. В качестве стоимости этих букв выступает количество символов в кодовых комбинациях k_1, k_2, \dots, k_M , которые необходимо найти, и их веса, которые определяются из неравенства Крафта для неравномерных кодов

$$\sum_{i=1}^M r^{-k_i} \leq 1 \quad (1)$$

Ограничение (1) в данном случае определяется необходимым условием однозначной декодируемости неравномерных кодов [7].

Следовательно, задача оптимизации состоит в минимизации средней длины кодовых комбинаций неравномерного кодера, и формулируется в виде целевого функционала:

$$\sum_{i=1}^M p_i k_i \Rightarrow \min_{k_i} \quad (2)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^M 2^{-k_i} \leq 1, \quad (3)$$

k_i — целое число. (4)

Так как ограничение (3) нелинейное относительно k_i , то задача оптимизации относится к нелинейному программированию. Кроме того, эта задача (нахождения числа символов в кодовых комбинациях алфавита источника) относится к классу сепарабельных задач и является задачей целочисленного программирования [8].

Для решения задачи (2), (3)-(4) используется метод динамического программирования.

Основные элементы метода динамического программирования для оптимизации количества бит на алфавит

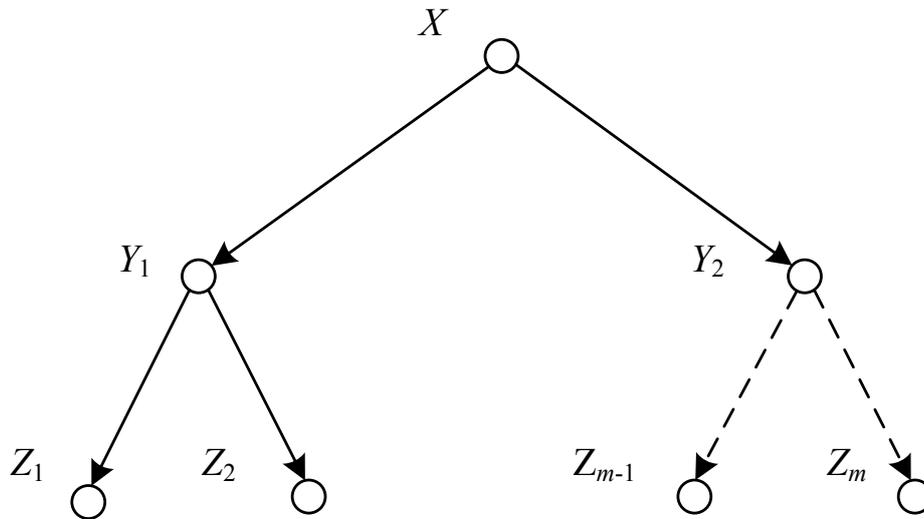


Рис. 1. Равномерный бинарный граф

источника сообщений в целом определяются следующим образом [9]:

- 1) Этап i ставится в соответствие i -ой букве, $i=1, 2, \dots, M$.
- 2) Состояние y_i на i -м этапе выражает однозначную декодируемость i -х букв, $i \leq M$.
- 3) Варианты решения k_i на i -м этапе описываются количеством бит на букву источника сообщения.

Эти элементы связаны следующими уравнениями Беллмана:

$$f_1(y_1) = \min_{k_1} \{p_1 k_1\}, \tag{5}$$

$$f_i(y_i) = \min_{k_i} \{p_i k_i + f_{i-1}(y_i - 2^{-k_i})\}; i = 2, 3, \dots, M \tag{6}$$

$$f_M(y_M) = \min_{k_M} \{p_M k_M + f_{M-1}(y_M - 2^{-k_M})\} \tag{7}$$

Необходимо отметить, что точность решения задачи (2), (3)-(4) определяется количеством состояний y_i , число которых зависит от способа разбиения интервала $[0, 1]$, согласно (3). Кроме того, минимальное число вариантов решения K определяется произведением энтропии источника на количество букв алфавита:

$$K = -M \cdot \sum_{i=1}^M p_i \log p_i \tag{8}$$

Также можно установить нижнюю границу целевого функционала (2) на основе данных об энтропии источника:

$$H(\bar{p}) = -\sum_{i=1}^M p_i \log p_i$$

Сравнение этой нижней границы с значением (2)

в экстремальной точке: $F_{\text{ц}}(\bar{p}, \bar{k}^*)$, где \bar{k}^* — оптимальное распределение бит для букв алфавита, позволит произвести априорную оценку качества кодирования при заданных ограничениях.

Таким образом, в результате решения параметрической части задачи синтеза неравномерного кода получено минимальное число бит, приходящихся на символ источника.

Теперь для заданного числа бит в виде вектора

$\bar{k}^{*T} = (k_1^*, k_2^*, \dots, k_M^*)$, где M — число букв алфавита источника, из равномерного бинарного дерева кодирования с количеством вершин:

$$m = 2^{\max[k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_M] + 1} - 1 \tag{9}$$

находится неравномерное дерево с заданными состояниями от корневой вершины до всех концевых. При этом каждая дуга имеет вес 1 бит.

В графовой постановке задача будет выглядеть следующим образом: задан ориентированный граф $G=(V, E)$ [8], показанный на рис. 1, где $Z \subset V$ — множество «листьев», $Y \subset V$ — промежуточные вершины, $X \in V$ — корневая вершина, $X \notin V$. Требуется найти часть графа $G^*=(V^*, E^*)$ такую, что она содержит все выделенные вершины и является деревом, обладающим определенными свойствами.

Эта задача является разновидностью задачи Штейнера на графе [10].

Для разработки алгоритма решения задачи сформируем ее как задачу нахождения кратчайших путей в графе от корня X до любой вершины.

Тогда исходный граф задан матрицей инцидентий $\|A\|$ [9]:

$$\begin{pmatrix} a_{01} & a_{02} & \dots & a_{0n} \\ a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}.$$

Так как число дуг в равномерном ориентированном бинарном графе равно количеству вершин без корне-

вой: $i, j = \overline{1, m}$ и $n = m$.

$$a_{ij} = \begin{cases} +1, & \text{если дуга } j \text{ выходит из вершины } i \\ -1, & \text{если дуга } j \text{ входит в вершину } i \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Сформируем из матрицы инцидентий $\|A\|$ матрицу весов дуг $\|B\|$, состоящую из 0 и 1 так, что все -1 в $\|A\|$ заменим на нули:

$$\begin{pmatrix} b_{01} & b_{02} & \dots & b_{0n} \\ b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix},$$

где $b_{ij} = a_{ij}$, при $a_{ij} = 1$; $b_{ij} = 0$, при $a_{ij} = -1$ или 0 .

Обозначим $\|F\|$ как матрицу назначений дуг для путей от корневой вершины до M «листьев»:

$$\begin{pmatrix} f_{01} & f_{02} & \dots & f_{0M} \\ f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1M} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{n1} & f_{n2} & \dots & f_{nM} \end{pmatrix}^T,$$

$$f_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-ый путь проходит через } i\text{-ую вершину} \\ 0, & \text{если } j\text{-ый путь не проходит через } i\text{-ую вершину} \end{cases},$$

где $j = \overline{1, M}$; $i = \overline{1, m}$; $M < m$.

Тогда задача о минимальной сумме кратчайших путей из вершины X до всех листьев формулируется следующим образом:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=0}^n b_{ij} f_j \Rightarrow \min_{f_j} \quad (10)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=0}^n b_{ij} f_j = k_i^*; \quad i = \overline{1, M} \quad (11)$$

$$f_j = 0 \text{ или } 1. \quad (12)$$

Таким образом, решение задачи (10), (11)-(12) в графе G , который является равномерным бинарным деревом, задает подграф G^* , который является неравномерным деревом, связывающим корневую вершину с некоторыми выбранными вершинами равномерного исходного дерева. При этом длины путей от корня до выбранных вершин известны.

Рассматриваемая задача может быть сведена к задаче поиска множества кратчайших путей от заданной вершины до всех вершин подграфа с помощью алгоритма Дейкстры, представленного в [11].

Таким образом, определение параметров системы неравномерного кодирования позволит произвести анализ неравномерного кода и эффективное кодирование с достаточной избыточностью, которая может быть использована для восстановления искаженных мультимедийных сообщений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах. Учебное пособие. Сергеев В. С., Барин В. В. — М.: РадиоСофт, 2009. — 360 с.
2. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. — М.: Диалог-МИФИ, 2002. — 384 с.
3. Сухман С. М., Бернов А. В., Шевкопляс Б. В. Синхронизация в телекоммуникационных системах. Анализ инженерных решений. — М.: Эко-Трендз, 2003. — 272 с.

4. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. Пер. с англ. под ред. М. С. Пинскера и Б. С. Цыбакова. М., Советское радио, 1974. — 720 с.
5. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации / А. Г. Зюко, А. И. Фалько, И. П. Панфилов и др.; Под. ред. А. Г. Зюко. — М.: Радио и связь, 1985. — 272 с.
6. Хаффман Д. А. Метод построения кодов с минимальной избыточностью // Кибернетический сборник. — 1961. — Выпуск 3. — с. 79–87.
7. Стифлер Д. Д. Теория синхронной связи. — М.: Связь. 1975. — 488 с.
8. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. Пер. с англ. — М.: Мир, 1985. — 512 с.
9. Таха Х., Введение в исследование операций. 6-е издание.: пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 912 с.: ил.
10. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. — М.: Мир, 1978. — 432 с.
11. Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. Пер. с англ. — М.: Мир, 1980. — 478 с.;

© Ковальский Сергей Петрович (metal_forever@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА

STRUCTURE OF THE DECISION-MAKING SYSTEM FOR MANAGEMENT OF THE PROCESS CHEMICAL COMPOSITION OF CASTINGS FROM THE IRON

**A. Korneyev
A. Sukhanov**

Summary. Improvement of the methods of system analysis in the application to the formation of alloys cast iron, in the metallic matrix of which there are composite inclusions — graphite, ferrite, perlite and austenite — is an actual modern task. The purpose of the research carried out by the author is to build a decision-making system for controlling the process of formation of the optimal chemical composition of cast iron alloys whose properties would satisfy the specified quality criteria: Brinell hardness, strength, relative wear resistance and specific heat. To solve the problem, the authors used the system approach: the system-forming properties of castings from cast iron were identified, the main stages of system research were identified, the structure of the decision-making system was structured, the state space of the control object in the system was described, the tasks of the functionals used in the system were formulated, mathematical models based on fuzzy methods were developed logic and algorithms of stochastic optimization.

Keywords: Control system, state of control object, decision making, chemical composition, alloy, fuzzy logic.

Корнеев Андрей Матиславович

*Д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Липецкий государственный
технический университет (г. Липецк)
weenrok@mail.ru*

Суханов Андрей Владимирович

*Ассистент, ФГБОУ ВО Липецкий государственный
технический университет (г. Липецк)
pm03sav@mail.ru*

Аннотация. Совершенствование методов системного анализа в приложении к формированию сплавов чугуна, в металлической матрице которых имеются композитные включения, — графит, феррит, перлит и аустенит, — является актуальной современной задачей. Цель проведенных автором исследований — построение системы принятия решений при управлении процессом формирования оптимального химического состава чугуновых сплавов, свойства которых удовлетворяли бы заданным критериям качества: твердости по Бринеллю, прочности, относительной износостойкости и удельной теплоемкости. Для решения поставленной задачи авторами использовался системный подход: выделены системообразующие свойства отливок из чугуна, определены основные этапы системного исследования, построена структура системы принятия решений, описано пространство состояния объекта управления в системе, сформированы задачи применяемых в системе функционалов, разработаны математические модели на основе методов нечеткой логики и алгоритмов стохастической оптимизации.

Ключевые слова: Система управления, состояние объекта управления, принятие решений, химический состав, сплав, нечеткая логика.

Системный подход к формированию сплавов чугуна, в металлической матрице которых имеются композитные включения, — графит, феррит, перлит и аустенит, — с требуемыми свойствами может рассматриваться как способ конструирования систем совместно с методами их описания и исследования. В ряде случаев в материаловедении уже использовался системный подход. Будучи сложными системами, сплавы из нескольких металлов в соединении с неметаллами обладают системными атрибутами и характерными признаками системы: структура, целостность совокупности элементов, устойчивые существенные связи между элементами системы, определяющие её интегративные свойства [1].

Решение технологических задач с применением системного анализа позволяет рассматривать технологический процесс как сложную систему, в которую входят элементы с различными уровнями дискретности и детализации. Если производить анализ элементарных про-

цессов в системе отдельно, то в большинстве случаев это не позволит установить соответствующие элементарным процессам стадии технологического процесса (например, изменение соотношения графита и перлита в металлической матрице сплава чугуна, изменение процентного содержания аустенита в сплаве чугуна может происходить сразу на нескольких технологических стадиях; то же может касаться добавления или переноса отдельных веществ и химических элементов при формировании состава материала). Аналогично невозможно судить в общем о технологическом процессе без рассмотрения взаимосвязей между отдельными стадиями процесса и окружающей средой.

В работах [1, 2] в качестве основного этапа построения систем управления сложными технологическими процессами выделяют математическое моделирование процессов и оценку их адекватности. Математические модели сложных процессов в большинстве случаев

представляют собой системы уравнений, посредством которых описывают детерминированные законы, которые отражают только общую суть явлений с учётом ограничений и допущений. В реальности процессы протекают в условиях, далёких от идеальных, что приводит к задачам выбора различных коэффициентов и параметров в модели, определяемых экспериментальным путём [3]. Подобный подход успешно ранее применялся при построения систем управления процессом структуризации композиционных материалов [4, 5, 6] и иных сложных производственных систем [7].

Сокращение числа альтернатив выбора химического состава (рецептуры) чугуновых сплавов специального назначения (высокопрочных чугунов, белых или серых чугунов) основано на изучении роли составных ингредиентов в формировании интегративных свойств материала как системы. Прочностные, физические и химические свойства сплавов на основе железа и углерода во многом определяются химическим составом и технологией производства, процентным содержанием графитовых и перлитовых фаз в металлической матрице, а также температурой, с которой началось охлаждение чугуна. Высокой степенью зависимости от указанных факторов обладают структурные свойства сплава.

Построение структуры системы принятия решений при формировании свойств и химического состава чугуновых сплавов невозможно без выделения их системообразующих свойств. Как правило, сплавы чугуна полиструктурны, и на разных этапах управления их свойствами необходимо учитывать особенности поведения материала на разных уровнях: субмикроструктурном, микроструктурном и макроструктурном [6]. Например, за счет дисперсного расположения фаз в сплавах чугуна обеспечивается возникновение композитной структуры [8]. В условиях резко различающихся свойствах фаз в сплаве эффект композиционного упрочнения является положительным эффектом, который обуславливается чисто геометрическими факторами: взаимным расположением составляющих фаз, геометрической формой и размерами включений, ориентацией их относительно действующих напряжений [6]. Отметим, что подобный эффект упрочнения имеет место и в других материалах, обладающих композитной структурой [4, 5, 9].

В зависимости от условий, которым должен удовлетворять сплав чугуна, структурная схема управления формированием его свойств и химического состава должна содержать функционалы принятия решений о значениях параметров, характеризующих работу материала на том или ином структурном уровне. Для некоторых видов чугунов необходимым является выполнение требований прочности, износостойкости, твердости, а для других еще и теплопроводности, теплоемкости,

хладостойкости, коррозионной стойкости в жидких и газовых средах и др. Для удовлетворения данным требованиям в процессе формирования структуры и химического состава чугунового сплава достаточно рассмотреть сплав на макроструктурном уровне [8, 10]. Основными факторами, определяющими свойства сплава (для деталей, работающих на простые виды нагружений, а также изгибаемых элементов) на макроструктурном уровне, являются: дисперсность распределения фаз, геометрическая форма и размеры включений, взаимное расположение составляющих фаз, объемное содержание графита, перлита, аустенита и других включений, химическое взаимодействие между отдельными фазами, температура охлаждения сплава и др. [8, 10].

Для построения системы принятия решений по управлению процессом формирования оптимального химического состава чугуна необходимо выделить характеристики, определяющие свойства сплава на макроуровне. Такими свойствами можно считать прочность, твердость, относительную износостойкость и удельную теплоемкость. В зависимости от наличия у чугуновой отливки тех или иных свойств из перечисленных возможно определять состояние объекта управления, — сплава с заданными характеристиками.

Структурная схема системы принятия решений по формированию оптимального химического состава чугунового сплава представлена на рисунке 1. Здесь состояния, в которых может находиться система обозначены символами S_x , где индекс x может принимать первые 16 значений в двоичной форме (0001 ... 1111) и расшифровывается следующим образом: на первом месте — твердость чугунового сплава по Бринеллю (0 — не удовлетворяет требуемому значению, 1 — удовлетворяет), на втором месте относительная износостойкость отливки, на третьем месте — предельная прочность на растяжение, на четвертом месте — удельная теплоемкость. Например, состояние S_{1100} будет обозначать, что для отливки из чугуна с химическим составом, сформированном в процессе принятия решений, требования к твердости и относительной износостойкости удовлетворены, однако прочность и удельная теплоемкость, наоборот, не соответствуют заданным значениям.

В зависимости от условий, которым должен удовлетворять сплав чугуна, структурная схема управления формированием его химического состава должна содержать функционалы принятия решений о значениях параметров, характеризующих работу материала на том или ином структурном уровне.

На основе выбранных системообразующих свойств сплавов чугуна в структуре системы определены

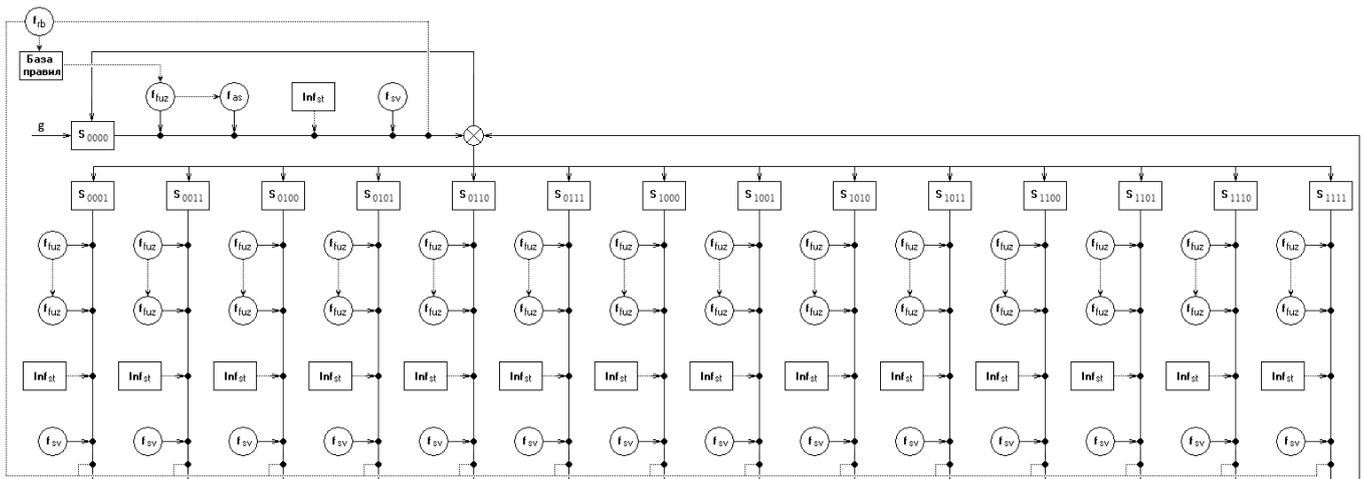


Рис. 1. Структурная схема системы принятия решений по формированию оптимального химического состава чугуна

функционалы принятия решений, содержащие алгоритмы и математические модели, позволяющие оптимизировать свойства и структуру сплавов, содержащих графитовые и перлитовые включения. С учётом требований, предъявляемых к системам принятия решений по управлению процессами оптимальной структуризации материалов с композитной структурой [1, 2, 6, 8, 10], определены следующие функционалы (рис. 1):

- ◆ f_{fuz} — функционал, осуществляющий фаззификацию входной информации о требованиях, предъявляемых к сплаву (посредством дефаззификации результатов работы функционала задаются границы поиска оптимальных значений процентного содержания отдельных химических элементов в сплаве);
- ◆ f_{as} — функционал, осуществляющий поиск оптимальных значений процентного содержания отдельных химических элементов в сплаве чугуна (поиск значений осуществляется с помощью методов стохастической оптимизации в многомерном пространстве на основе алгоритма имитации отжига и его модификаций [11]);
- ◆ f_{sv} — функционал, определяющий свойства чугуна в зависимости от его химического состава (аналитические зависимости) и металлографии;
- ◆ f_{fb} — функционал, осуществляющий информационную поддержку при формировании (изменении) базы правил, используемой функционалом f_{fuz} при формировании границ поиска.

Входной информацией системы, является вектор $g \in R^{13}$, содержащий значения процентного содержания для каждого химического элемента чугуна выбранной марки (C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Cu, V, Mo, Ti, Al, Sb).

Входной информацией системы, является вектор $g \in R^{13}$, содержащий значения процентного содержания для каждого химического элемента чугуна выбранной марки (C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Cu, V, Mo, Ti, Al, Sb).

Функционал f_{fuz} осуществляет фаззификацию данных о требуемых свойствах отливок из чугуна и предполагаемой области их применения. Для тех или иных марок чугунов (согласно ГОСТ 7769–82) необходимым является наличие следующих свойств:

- ◆ жаростойкость (ЧХ1, ЧХ2, ЧХ3, ЧХ32, ЧС5, ЧС5Ш, ЧЮХШ, ЧЮ6С5, ЧЮ30);
- ◆ коррозионностойкость (ЧХ22С, ЧХ28, ЧХ28Д2);
- ◆ коррозионностойкость в жидкой среде (ЧС13, ЧС15, ЧС17, ЧС15М4, ЧС17М3);
- ◆ коррозионностойкость в газовых средах ДВС (ЧНХТ, ЧНХМД, ЧНМШ, ЧНДХМШ);
- ◆ износостойкость (ЧХ3Т, ЧХ9Н5, ЧХ16, ЧХ16М2, ЧХ22, ЧХ28Д2, ЧГ6С3Ш, ЧГ7Х4, ЧГ8Д3, ЧН2Х, ЧН4Х2, ЧН3ХМДШ, ЧН4Х2, ЧН15Д7);
- ◆ стойкость в цинковом расплаве (ЧХ28П);
- ◆ хладостойкость (ЧН20Д2Ш);
- ◆ маломагнитность (ЧГ8Д3, ЧН11Г7Ш, ЧН15Д3Ш, ЧН15Д7, ЧН19Х3Ш).

В зависимости от степени необходимости в наличии у сплава того или иного свойства, пользователем автоматизированной системы управления задаются оценки такой необходимости по шкале от 0 до 100.

В качестве области применения выделены следующие: холодильные плиты доменных печей, колосники и балки агломерационных машин, детали коксохимического оборудования, детали газотурбинных двигателей и компрессоров, детали контактных аппаратов химического оборудования, мелющие детали рудоразмельных

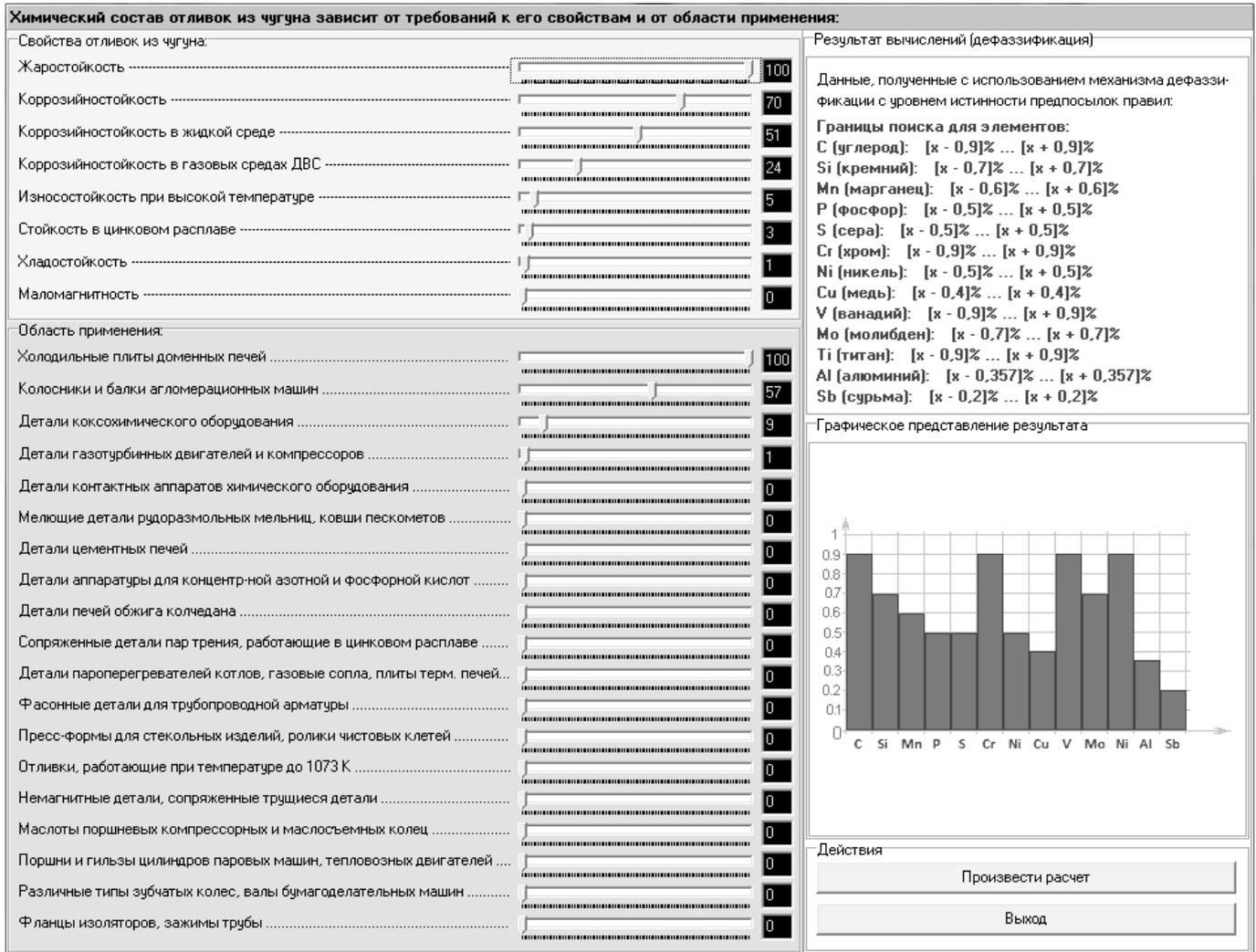


Рис. 2. Дефаззификация данных о границах поиска значений процентного содержания химических элементов в сплаве

мельниц, ковши пескометов, детали цементных печей, детали аппаратуры для концентрированной азотной и фосфорной кислот, сопряженные детали пар трения, детали пароперегревателей котлов, газовые сопла, фасонные детали для трубопроводной арматуры, немагнитные детали, маслоты поршневых компрессорных и маслоъемных колец, поршни и гильзы цилиндров паровых машин, зубчатые колеса, валы бумагоделательных машин, фланцы изоляторов, зажимы труб и др. Так же, как и в случае со свойствами отливок из чугуна, здесь пользователь автоматизированной системы управления задает оценку вероятности использования детали из формируемого сплава в той или иной области по шкале от 0 до 100.

На рисунке 2 представлено окно модуля автоматизированной системы принятия решения, в котором показан результат дефаззификации работы функционала *ffuz*

для чугуна марки ЧХ1 с повышенными требованиями к жаростойкости и коррозионностойкости и с возможностью применения в качестве сплава для отливок холодильных плит доменных печей. Результатами дефаззификации здесь являются границы поиска оптимальных значений процентного содержания каждого элемента в рецептуре сплава.

Пунктирными линиями в структуре системы (рис. 1) показаны информационные связи. Дефаззификация результатов работы функционала *ffuz* содержит информацию о границах поиска оптимальных значений процентного содержания химических элементов в сплаве, которая передается функционалу *fas*. Также на каждом этапе при переходе системы в новое состояние информация о свойствах и структуре сплава с новым химическим составом передается функционалу *frb* для формирования новых правил принятия решений или изменения

существующих. База данных *Infst* (рис. 1) формируемая на основе экспериментальных данных в лаборатории предприятия, содержит информацию о металлографии сплава; данная информация служит для расчета удельной теплоемкости (зависит от вида и дисперсности фаз) отливок из чугуна.

Система может переходить из одного состояния в другое, но конечное состояние, в котором сплав обладает химическим составом, обеспечивающим выполнение всех критериев, должно быть максимально близко к состоянию S_{1111} или в идеальном случае система должна достигнуть данного состояния. Заметим здесь, что система может находиться в одном и том же состоянии на протяжении нескольких фазовых переходов. Фазовое пространство состояний в данном случае является четырёхмерным математическим пространством. Пространство состояний объекта управления, таким образом, представлено шестнадцатью

точками, при этом переход возможен между любыми из них.

Автоматизированная система принятия решений в процессе формирования оптимального химического состава чугуна сплава последовательно применяет к объекту управления, — отливке из чугуна, — последовательность функционалов, изменяющих количественную меру процентного содержания каждого химического элемента, и осуществляя при этом поэтапный поиск оптимальной рецептуры на основе данных математических моделей, аналитических расчётов, лабораторных испытаний и с учётом заданных пользователем требований, предъявляемых к свойствам и области применения отливок из чугуна. В настоящее время автоматизированная система на основе представленной в работе структуры проходит апробацию на производственном предприятии ООО «Липецкая трубная компания «Свободный Сокол».

ЛИТЕРАТУРА

1. Прангишвили И. В. Системный подход и общесистемные закономерности: научное издание / И. В. Прангишвили — М.: СИНТЕГ, — 2000. — 528 с.
2. Прангишвили И. В. Повышение эффективности управления сложными организационными и социально-экономическими системами / И. В. Прангишвили // Проблемы управления. — 2005. — № 5. — С. 28–32.
3. Гинсберг К. С. К вопросу об общей методологии идентификации / К. С. Гинсберг, Д. М. Басанов // Идентификация систем и задачи управления SICPRO-06: Труды V Международной конференции ИПУ РАН. — М., — 2006. — С. 131–141.
4. Корнеев А. М. Математическое моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния неоднородных сред с непрерывными и дискретными волокнами / Корнеев А. М., Бузина О. П., Суханов А. В. // Фундаментальные исследования. — 2016. — № 8. — С. 39–44.
5. Корнеев А. М. Детерминированная математическая модель и алгоритм анализа напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов с дискретными волокнами / Корнеев А. М., Бузина О. П., Суханов А. В. // Современные наукоемкие технологии. — 2016. — № 9 (1). — С. 57–62.
6. Гарькина, И. А. Опыт оптимизации многоцелевой системы / И. А. Гарькина, Т. Н. Волкова // Современные научные исследования и инновации. — 2014. — № 10. — Ч. 1. — С. 120–124.
7. Корнеев А. М. Моделирование сложных производственных систем с помощью вероятностных автоматов / А. М. Корнеев, Т. А. Сметанникова, Л. С. Абдуллах // Вести высших учебных заведений Черноземья. — 2014. — № 1. — С. 39–43.
8. Печенкина Л. С. Оптимизация состава самозакаливющихся чугунов / Л. С. Печенкина // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2017. — № 6. — С. 117–121.
9. Корнеев А. М. Вероятностная математическая модель оценки начальной надежности изгибаемых элементов, дисперсно-армированных дискретными волокнами / Корнеев А. М., Бузина О. П., Суханов А. В., Шипулин И. А. // Фундаментальные исследования. — 2016. — № 9 (3). — С. 25–31.
10. Корнеев А. М. Системная методология в приложении к прогнозированию свойств чугуных сплавов / А. М. Корнеев, А. В. Суханов, И. А. Шипулин // Theoretical & Applied Science. — 2018. — № 2 (58). — С. 181–186.
11. Корнеев А. М. Варианты организации и общие схемы алгоритма стохастической оптимизации на основе метода имитации отжига / А. М. Корнеев, А. В. Суханов, И. А. Шипулин // Theoretical & Applied Science. — 2018. — № 3 (59). — С. 1–5.

© Корнеев Андрей Матиславович (weenrok@mail.ru), Суханов Андрей Владимирович (pm03sav@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ АЭРОМОБИЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

MODELING OF SPACE STRUCTURE AN AEROMOBILE COMMUNICATION NETWORK

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

Summary. The article describes the principle of placing air mobile devices of a mobile communication network. The logic of constructing these structures consists in designing the simplest and cheapest way of covering the entire territory under consideration with the help of an aeromobile communication network (ACN), which involves the rapid deployment of a wireless communication network, whose nodes and repeaters are lifted above the surface by unmanned aerial vehicles. The rapid deployment of a wireless network, the nodes and repeaters of which are lifted above the surface by unmanned aerial vehicles. AKN is operatively deployed in the absence or inability of fixed communication networks to ensure stable communication in undeveloped areas, zones of natural disasters and major man-made disasters.

Keywords: aeromobile communication network, mobile communication, space structure, trees, modeling.

Костиков Юрий Александрович

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

Мокряков Алексей Викторович

К.ф.-м.н., доцент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
mokryakovav@mat.i.ru

Павлов Виталий Юрьевич

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

Терновсков Владимир Борисович

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

Аннотация. В работе описан принцип размещения в пространстве аэромобильных устройств сети мобильной связи. Логика построения данных структур состоит в проектировании наиболее простого и дешевого способа покрытия всей рассматриваемой территории с помощью аэромобильной коммуникационной сети (АКС), которая предполагает оперативное развёртывание сети беспроводной связи, узлы и ретрансляторы которой поднимаются над поверхностью с помощью беспилотных летательных аппаратов. АКС оперативно разворачивается в случае отсутствия или неработоспособности стационарных коммуникационных сетей для обеспечения устойчивой связи в неосвоенных районах, зонах стихийных бедствий и крупных техногенных катастроф.

Ключевые слова: аэромобильная коммуникационная сеть, мобильная связь, пространственная структура, деревья, моделирование.

Аэромобильная коммуникационная сеть (АКС), предназначена для оперативного развёртывания в районах, где отсутствуют или отключены стационарные телекоммуникационные сети. Основными составляющими АКС являются узлы и ретрансляторы беспроводной связи, которые переносят в пространстве беспилотные летательных аппаратов (БЛА). Перемещение, практически в любую точку пространства позволяет гибко изменять конфигурацию разворачиваемой сети. Предлагаемое решение позволяет достаточно эффективно, достаточно недорого и быстро построить сеть на заданной территории.

Одной из важных задач, решаемых при построении АКС, является задача минимизации использованных при этом БЛА и пространственной структуры АКС в каждый момент времени в зависимости от рельефа местности, хода проведения спасательных работ, исправности

БЛА и остаточного ресурса их работы до выведения их на зарядку или дозаправку. Оптимизационное моделирование АКС по критерию её технико-экономической эффективности рассмотрено в [1], там в качестве примера приводится разработка алгоритмов адаптации АКС к резкому росту трафика в сети. Во время работы могут присутствовать резкие перепады трафика, особенно если использовать построенную сеть для наблюдения и других ресурсоемких задач. Для анализа подобных всплесков трафика и применения адаптивного управления АКС можно построить модели на основе нелинейного математического аппарата [2–8]. Там же предлагается адаптивный подход к формированию состава и структуры АКС по выбранному критерию с возможностью прогноза и корректировки.

В данной же работе рассматривается вопрос построения пространственной структуры. При её моделиро-

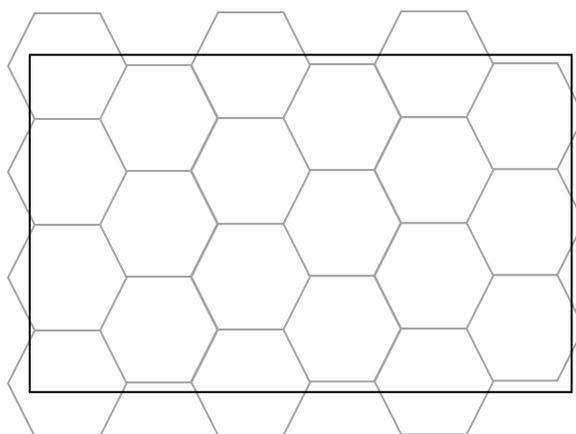


Рис. 1. Заполнение области «сотами»

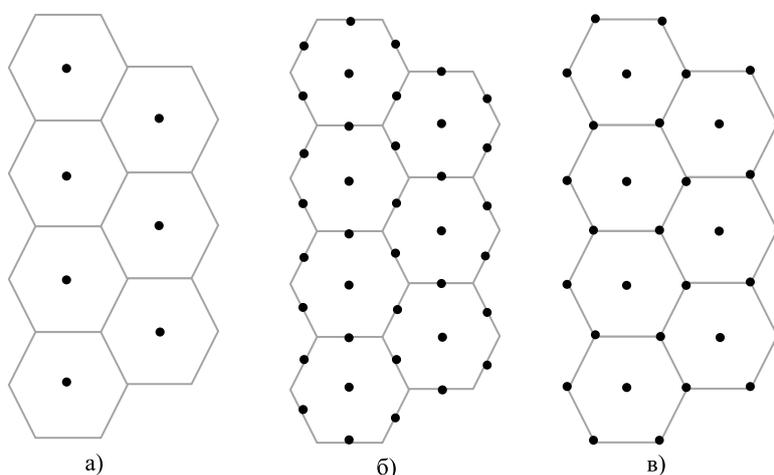


Рис. 2. Варианты расположения узлов

вании необходимо определится, какие характеристики являются наиболее востребованными. При условии ограниченного количества БЛА и конечного объёма их батарей, строить сеть нужно так, чтобы количество одновременно задействованных БЛА было минимальным.

Рассмотрим работу узлов сети. Пусть радиус узла сети в условиях открытого пространства равно R . Тогда для связи двух узлов между собой, нужно чтобы узлы находились не дальше друг от друга, чем R . При этом для покрытия всей заданной области, необходимо наложить «соты», таким образом, чтобы не осталось мест, свободных от хотя бы одной «соты». Пример такого покрытия можно увидеть на рис. 1.

«Соты» представляются в виде шестиугольников, так как необходимо, чтобы при пересечении окружностей не оставалось пустых зон, а при заполнении заданной

площади это адекватная замена пересекающимся кругам.

Главная проблема состоит в том, что расстояния между центрами «сот» больше R . Соответственно придётся вставлять промежуточные узлы для соединения между центрами «сот». Эти узлы логичнее всего ставить на границах «сот»: в серединах сторон или на углах «соты». На следующем рисунке указаны желаемые местоположения узлов.

Левая часть рис. 2 демонстрирует заполнение узлами только центров «сот». Оставшиеся две части демонстрируют разные подходы в добавлении промежуточных узлов, на границах «сот». Если узлы будут установлены одним из этих двух способов, то покрытие заданной территории будет полным, а связи между внутри получившегося графа многочисленны. Это приведёт к по-

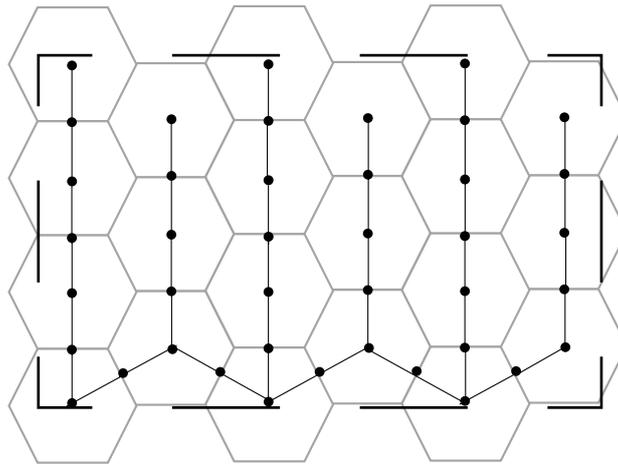


Рис. 3. Первый вариант древовидной структуры АКС

$$M = \left(\sum_{i=1}^l 2n_i - 1 \right) + l - 1 = \left(\sum_{i=1}^l 2n_i \right) - l + l - 1 = 2 \left(\sum_{i=1}^l n_i \right) - 1.$$

Формула 1

строению высоконадёжной, но дорогой сети, так как топология сети становится ячеистой и принимает вид регулярной плоской решётки.

Отсюда возникает вопрос по минимизации числа узлов в АКС. Задачу минимизации можно сформулировать следующим образом: требуется оставить минимальное количество узлов, при котором покрытие сети остаются полным, а полученный граф остаётся связным. Из теории графов известно, что минимальным количеством рёбер, в связном графе обладает дерево. Рёбер в полном понимании у нас нет, а появляются они автоматически при нахождении двух узлов внутри окружности диаметра R . Исходя из этого рассмотрим варианты построения дерева на основе полученной сети АКС (см. рис. 3 и 4).

Как легко заметить на рис. 3 представлен вариант древовидной структуры, содержащей 41 узел при 21 «соте» покрывающей. Для нахождения общей формулы количества узлов обозначим l — количество веток построенного дерева, n_i — количество «сот» в каждой ветке, M — количество узлов в сети. Тогда см. формулу 1.

Таким образом количество узлов в сети на один меньше удвоенного количества «сот».

Рассмотрим второй вариант построения древовидной структуры. Если воспользоваться расположением

узлов по углам «сот» (рис. 2в), то получим следующее (рис. 4).

Здесь, как легко посчитать, количество задействованных узлов меньше почти на треть: 32 узла против 41 в первом варианте. Принцип построения состоит в конструировании ветвей дерева, охватывающего общее количество узлов подчиняется формуле 2:

где l — количество столбцов «сот» снечётным номером, n_i — количество «сот» в каждом столбце.

Очевидно, что структура второго варианта задействует меньше узлов в общем случае, и соответственно более эффективна. Кроме того, в случае нарушения связности сети, её легко починить, добавив всего один узел между двумя разъединёнными ветвями.

Всё вышесказанное относится к построению сети на открытом пространстве с плоской структурой. Если в требуемой области находятся препятствия: дома, стены, холмы, овраги, подвалы и другие препятствия через которые радиосигнал проходит плохо, то основное построение АКС следует дополнить отдельными ветвями, по которым внутрь препятствия будет передаваться сигнал. Не зная конкретных особенностей препятствий на территории, трудно рассчитать кол-во требуемых БЛА для полного покрытия сетью.

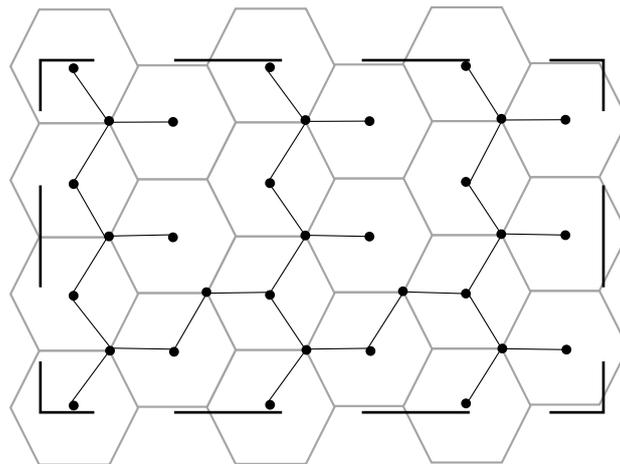


Рис. 4. Второй вариант древовидной структуры АКС

$$M = \left(\sum_{i=1}^l n_{2i} + n_{2i-1} + \max(n_{2i}, n_{2i-1}) - 1 \right) + l - 1 = \left(\sum_{i=1}^l n_{2i} + n_{2i-1} + \max(n_{2i}, n_{2i-1}) \right) - 1$$

Формула 2

Отдельно стоит рассмотреть оптимизацию времени, которое БЛА вынуждено тратить на возвращение к базе на перезарядку. Следовательно, необходимо определится с центром, где будет располагаться зарядная станция. Для этого мы построим полный граф на тех же вершинах, которые использовали при построении АКС (см. рис. 4). Рёбрами в этом графе будут

временные расстояния, которые требуются БЛА для перелёта с одного узла к другому. В полученном полном графе найдём центр, то есть множество всех вершин с минимальным эксцентриситетом. Таким образом наилучшим местоположением для зарядной базы являются окрестности узлов, принадлежащих рассчитанному центру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костиков Ю.А., Павлов В. Ю., Терновсков В. Б. Оптимизационное моделирование аэромобильной коммуникационной сети по критерию её технико-экономической эффективности // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. № 12.
2. Фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение: Монография. — М.: Изд-во Наука, 1970, 707с.
3. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. Пер. с англ. — М.: Мир, 1999, 354с.
4. Подшивалов Г.К., Терновсков В. Б. Безопасность стратегических решений в нелинейных экономических процессах. // Таврический научный обозреватель, 2015, № 3–1, С. 22–28
5. Демидов Л.Н., Терновский В. В., Тарасов Б. А., Терновсков В. Б. Модель представления информации для применения в экономике // «Экономика: вчера, сегодня, завтра» ISSN2222–9167, 2016, № 3.
6. Подшивалов Г. К. Математические инструменты нелинейного синергетического анализа: Монография, — Барнаул: Си-Пресс. Открытая наука, 2016, 260 с.
7. Подшивалов Г.К., Терновсков В. Б., Демидов Л. Н., Тарасов Б. А. Экономическая безопасность в условиях неопределенности. Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2016. № 2. С. 242–257.
8. Paul J. H. Schoemaker. The Expected Utility Model: Its Variants, Purposes, Evidence and Limitations // Journal of Economic Literature, June 1982, v.XX, no.2, p.529–563.

© Костиков Юрий Александрович (jkostikov@mail.ru), Мокряков Алексей Викторович (mokryakov@mat.i.ru),

Павлов Виталий Юрьевич (vitaly_pavlov@hotmail.ru), Терновсков Владимир Борисович (vternik@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОРОТКИХ СООБЩЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ*

INTELLIGENT ANALYSIS OF SHORT MESSAGES FOR ROAD INFRASTRUCTURE MANAGEMENT

A. Lyapin

Summary. In the article analyzes the problems of using methods of data mining by specialists who do not have high qualifications in the field of information technology. This aspect creates difficulties in training classifiers, the selection of trained data sets and their subsequent use, so the development of self-learning methods is an urgent task. Purpose. The purpose of the work is to develop an ensemble of algorithms for intelligent data processing, which allow to classify text messages without prior training of the classifier. Novelty. The model assumes a deep integration of road transport and information technologies on the basis of a single network platform that includes a traffic management system, an alert system for emergency situations, an intelligent system for analyzing geotagged user messages, a Web interface, etc. Practical relevance. The intellectual system represents a mechanism for the classification of short text messages for the timely notification of road users about emergency situations and support for decision-making by service operators.

Keywords: data mining, Smart city, k-nearest neighbors, abnormal road situation.

Ляпин Артур Мансурович

Аспирант, Пензенский государственный университет
lyapinartur@gmail.com

Аннотация. в статье анализируются проблемы использования методов интеллектуального анализа данных специалистами, не имеющими высокой квалификации в сфере информационных технологий. Данный аспект создаёт трудности в обучении классификаторов, подборе обучаемых наборов данных и последующем их использовании, поэтому разработка самообучаемых методов является актуальной задачей. Целью работы является разработка ансамбля алгоритмов интеллектуальной обработки данных, позволяющих классифицировать текстовые сообщения без предварительного обучения классификатора. Новизна: модель предполагает глубокую интеграцию дорожно-транспортных и информационных технологий на базе единой сетевой платформы, которая включает систему управления дорожным движением, систему оповещения о внештатных ситуациях, интеллектуальную систему анализа геотегированных сообщений пользователей, Web интерфейс и т.д. Практическая значимость: интеллектуальная система представляет механизм классификации коротких текстовых сообщений для своевременного оповещения участников дорожного движения о внештатных ситуациях и поддержки принятия решения операторов обслуживающих служб.

Ключевые слова: интеллектуальная обработка данных, Smart city, метод k-ближайших соседей, нештатная дорожная ситуация.

Введение

Технологии создания компонент интеллектуальной и безопасной городской среды «Smart & Save City» [1] активно развиваются и внедряются практически во все сферы жизнедеятельности человека, связанные со здоровьем, безопасностью, отдыхом, работой и транспортом. Для оценки и анализа проблем безопасности целесообразно использовать информацию, сгенерированную самими людьми в социальных сетях и медиапространстве сети Интернет. Именно здесь многочисленные информационные источники являются наиболее доступными, открытыми и актуальными.

В статье рассматривается предложенный подход для интеллектуального анализа данных из социальных сетей Twitter и «ВКонтакте». Twitter представляет собой сеть микроблогов, где пользователи обмениваются короткими сообщениями — твитами. В Twitter зарегистрирова-

но более 600 миллионов пользователей по всему миру и котором ежедневно размещается примерно 65 миллионов твитов.[1] Сети «ВКонтакте» — социальная сеть российского Интернет сегмента, крупнейшая в Европе. Среднесуточная аудитория составляет более 80 миллионов пользователей, а зарегистрировано более 450 миллионов.[2]

Рассмотрим предложенный метод анализа сообщений, на примере сообщений, связанных с безопасностью дорожного движения, которые имеют временные и геотегированные метки с информацией о координатах местоположения смартфона пользователя, отправившего сообщение, времени отправки. Сообщения, как правило, содержат информацию о дорожном инциденте или описание проблем с дорожно-транспортной инфраструктурой, результатом которых становятся пробки, изменения дорожного трафика, маршрутов движения и другие события.

* Результаты работы получены при финансовой поддержке РФФИ в рамках гранта № 18-07-00975.

Таблица 1. Характеристика классов сообщений

Класс	Описание
Позитивный	Сообщения о хороших дорожных условиях. Указывают на то, что транспортные средства могут передвигаться свободно.
Затор	Сообщения о заторах и пробках.
Препятствие	Сообщения о событиях которые препятствуют нормальному движению транспортных средств.
Инцидент	Сообщения о событиях, в которых люди или транспортные средства получили повреждения.
Прочие	Сообщение не удалось классифицировать. Недостаточно информации, для определения класса события.

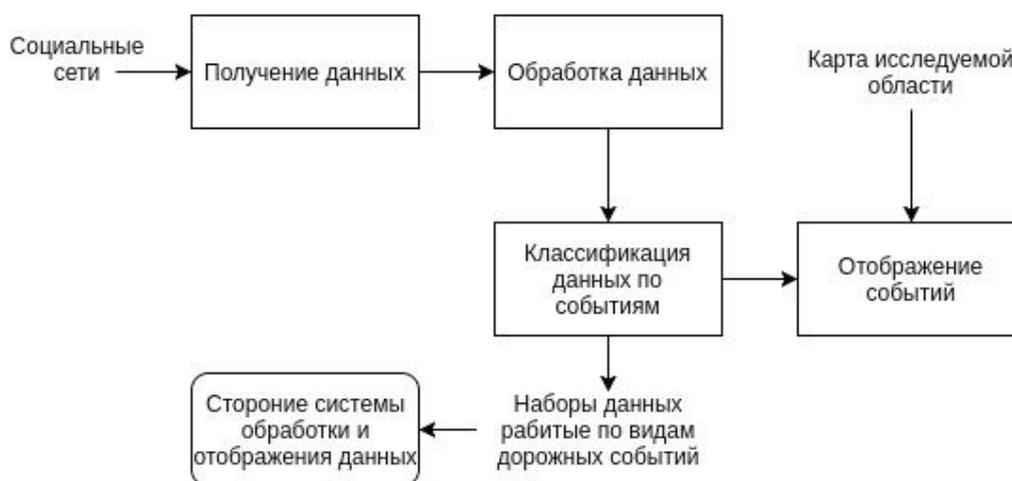


Рис. 1. Этапы преобразования данных

Особенностью предлагаемой методологии является использование метода машинного обучения для классификации и кластеризации получаемых данных. В отличие от других подходов, в которых используются ручные классификаторы, процесс анализа полностью автоматизирован. Так как сообщения являются геотегированными и содержат сгенерированный пользователем контент с координатами и временем события, то результаты кластеризации визуализируются на цифровой картографической основе с целью определения текущего состояния дорожной обстановки и краткосрочного прогнозирования изменения ситуации в некоторой области рядом с инцидентом. Это позволит наглядно представить критические области, причину и оценить масштабность происшествия.

Метод классификации событий по информации из текстовых сообщений

Предложенный подход использует открытую информацию для классификации событий дорожного

движения, которые влияют на степень загруженности транспортной системы в области мониторинга. Результаты необходимы для оптимизации дорожного трафика и улучшения дорожной обстановки в городе. Методика включает четыре этапа преобразования собираемых коротких сообщений в информацию о дорожной ситуации (Рис. 1):

1. Установка контакта с социальными сетями и сбор данных,
2. Очистка данных,
3. Выбор и классификация событий,
4. Визуализация событий на карте.

На первом этапе в процессе сбора данных устанавливается контакт с источниками. Извлеченные данные сохраняются в необработанном виде. Вместе с сообщениями собирается временная и геопространственная информация, а именно особенности рельефа местности, о которой идет речь в сообщении, географические координаты для фиксации границы участка. Сообщения о дорожном движении и транспортной ситуации в районе исследования сохраняются в базе данных.

Сообщения собираются из открытых сообществ социальных сетей согласно учетным записям пользователям, а также с новостных сайтов. Существует несколько интерфейсов прикладных программ, которые позволяют извлекать сообщения в соответствии с запросами или путем настройки PUSH уведомлений о появлении новых сообщений. Каждый раз, когда размещается новое сообщение в интересующем аккаунте пользователя или на новостном сайте, то оно сохраняется в базы данных.

На этапе обработки сообщения классифицируются по ключевым словам, найденным в тексте сообщения. Определено пять классов дорожных событий: позитивные, заторы, препятствия, инциденты и прочие (Таблица 1).

Подготовка данных к классификации происходит по следующей методике.

1. Специальный скрипт проводит лексический разбор текста, разделяет его на слова и удаляет знаки препинания.
2. Далее удаляются специфичные «стоп-слова». Словарь таких слов составлен с помощью сервиса Ranks NL (<https://www.ranks.nl/stopwords/russian>).
3. Устанавливается предварительный класс сообщения, чтобы применить метод «К-ближайших соседей». Здесь необходимо иметь набор слов, идентифицирующий классы «Bag of words», который составлен с помощью сервиса RusVectores (<http://rusvectors.org/ru>).
4. Подсчитывается количество совпадений слова в каждом наборе класса. Класс с наибольшим количеством совпадений присваивается сообщению.

В результате каждое сообщение получает метку класса, а также на выходе получается текст без специальных символов и стоп-слов, т.е. выполняется его «очистка».

На этапе классификации данных по событиям применяется алгоритм машинного обучения «К-ближайших соседей» (KNN), описание которого приведено ниже:

Пусть задана обучающая выборка пар «объект-ответ» $X^m = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$.

Пусть на множестве объектов задана функция расстояния $p(x, x^o)$. Эта функция должна быть достаточно адекватной моделью сходства объектов. Чем больше значение этой функции, тем менее схожими являются два объекта x, x^o

Для произвольного объекта u расположим объекты обучающей выборки x_i в порядке возрастания расстояний до u :

$$p(u, x_{1,u}) \leq p(u, x_{2,u}) \leq \dots \leq p(u, x_{m,u})$$

где через $x_{i,u}$ обозначается тот объект обучающей выборки, который является i -м соседом объекта u . Аналогичное обозначение введём и для ответа на i -м соседе: $y_{i,u}$. Таким образом, произвольный объект u порождает свою перенумерацию выборки. В наиболее общем виде алгоритм ближайших соседей есть:

$$a(u) = \underset{y \in Y}{\operatorname{argmax}} \sum_{i=1}^m [x_{i,u} = y] w(i, u)$$

где $w(i, u)$ — заданная *весовая функция*, которая оценивает степень важности i -го соседа для классификации объекта u . [3]

Перед использованием метода KNN сообщения нормализуются и приводятся к числовому виду. Для этого применяется векторная модель частоты слов в сообщениях. Строится словарь, который содержит слова, найденные в выбранных сообщениях, с информацией о частоте слов в каждом. Составление словаря происходит по следующему алгоритму:

1. Задается пустой словарь.
2. Для всех сообщений класса выполняется процесс:
 - a. Сообщение разделяется на слова,
 - b. Аналогичное слово ищется в словаре,
 - c. если слово присутствует в словаре, то его вес увеличивается на 1,
 - d. если слово не существует, то оно добавляется в словарь с весом 1.
3. Как только в словаре будут собраны все возможные ключевые слова и их частотные значения (частота повторений в сообщениях класса), то выполняется переход к этапу нормализации сообщений.

На этапе нормализации строится векторное представление сообщения по следующему алгоритму:

1. Создается вектор с числом позиций равным длине составленного словаря слов.
2. В каждую позицию вектора записывается количество повторений слова в сообщениях.
3. Если слово из словаря встречается n раз в сообщении, то в векторе на позиции слова сохраняется значение n .
4. Если слово из словаря не встречается в сообщении, то его значение в векторе устанавливается равным 0.

Полученные вектора сообщений далее используются при обучении и тестировании алгоритма KNN. Алгоритм работает с ключами, которыми являются сгенерированные векторы. Алгоритм классифицирует сообщение, об-

работывая большое количество образцов и в процессе кластеризации использует Евклидово пространство для вычисления расстояния между экземплярами.

Обучение и тестирование разработанного метода проводится посредством выполнения следующих действий.

1. Обрабатываются сообщения из обучающего набора данных.
2. Вычисляется классификация каждого вектора используя алгоритм KNN.
3. Применяется «десятикратная перекрестная проверка». Основная идея: образцы делятся на десять наборов и каждый раз, когда один набор классифицируется, девять оставшихся наборов считаются обучающими.
4. Сообщению присваивается класс.
5. Присвоенный класс сравнивается с изначально назначенной классификационной меткой.

На этапах обучения и тестирования использовалась выборка из 500 сообщений. Набор сообщений был разделен на два массива:

- 1) обучающий, который состоит из 300 сообщений,
- 2) тестовый, который состоит из 200 сообщений.

Обучающая выборка имеет изначально установленную классификационную метку, присвоенную на втором этапе. Эта метка требуется, так как модель KNN учитывает отношение соседних сообщений для классификации тестового образца.

После классификации рассчитываются метрики для оценки эффективности. В качестве показателей эффективности выбраны: точность (precision), полнота (recall) и F-метрика. Показатель точность (precision) можно интерпретировать как долю объектов, названных классификатором положительными и при этом действительно являющимися положительными, а показатель полнота (recall) показывает, какая доля объектов положительного класса из всех объектов положительного класса была найдена.[4] Существует несколько различных способов объединить точность (precision) и полноту (recall) в агрегированный критерий качества. F-мера (в общем случае F_β) является одним из этих способов, и представляет среднее гармоническое precision и recall:

$$F_\beta = \frac{(1 + \beta^2) * precision * recall}{(\beta^2 * precision) + recall}$$

β в данном случае определяет вес точности в метрике, и при $\beta=1$ это среднее гармоническое (с множителем 2, чтобы в случае precision = 1 и recall = 1 иметь $F_1=1$)

F-мера достигает максимума при полноте и точности, равными единице, и близка к нулю, если один из аргументов близок к нулю.[5]

Как только данные метрики достигают удовлетворительных результатов, модель становится готовой для классификации тестового набора. Метрики также подсчитываются при обработке тестового набора для целей аналитики и статистики.

Визуализация результатов кластеризации

Целью предложенного подхода является выделение и цветовая дифференциация областей на карте с проблемным дорожным трафиком, а также определение причин. Для этого координаты источника сообщения привязываются к цифровой картографической основе и в результате сообщение представляется меткой на карте. Для демонстрации работы метода выбран период наиболее высокой активности дорожного движения, а именно время утреннего часа пик. Исследуемой областью является центральная часть города Пензы. На рисунке 2 показана карта и обработанные сообщения в виде меток. По карте отображены не все сообщения, но можно заметить, что пользователи активно пишут о дорожной ситуации и отмечают координаты проблемных мест. Анализ показал, что проблемные места в основном находятся в центральном и южном районах города. Это обусловлено тем, что большинство офисных помещений находится в центральной части города, а в южной части дорожная сеть давно не реконструировалась и перегружена.

На карте метками в виде красного креста изображены сообщения, классифицированные как аварии и столкновения. Желтым цветом отмечены сообщения о заторах и пробках. Красным отмечены области с препятствиями и сужениями дорог. Можно заметить, что в районах с повышенным трафиком число дорожных инцидентов больше. С другой стороны, если около дорожного инцидента появляются пробки, то повышается плотность трафика.

Зеленым цветом отмечены сообщения, классифицированные как отзывы о благоприятных дорожных условиях. Таких сообщений меньше, чем сообщений о плотном трафике или инцидентах, и располагаются они вне центральной части города, как правило, на дорогах с новым асфальтовым покрытием и низким трафиком. Это объясняется тем, что для экспериментального исследования метода был выбран наиболее напряженный в плане дорожной обстановки временной промежуток, когда поток машин сконцентрирован в центральной части города. Кроме того, люди больше заинтересованы сообщать о проблемных местах, чтобы выразить возмущение и беспокойство, чем сообщать о нормальной дорожной обстановке.

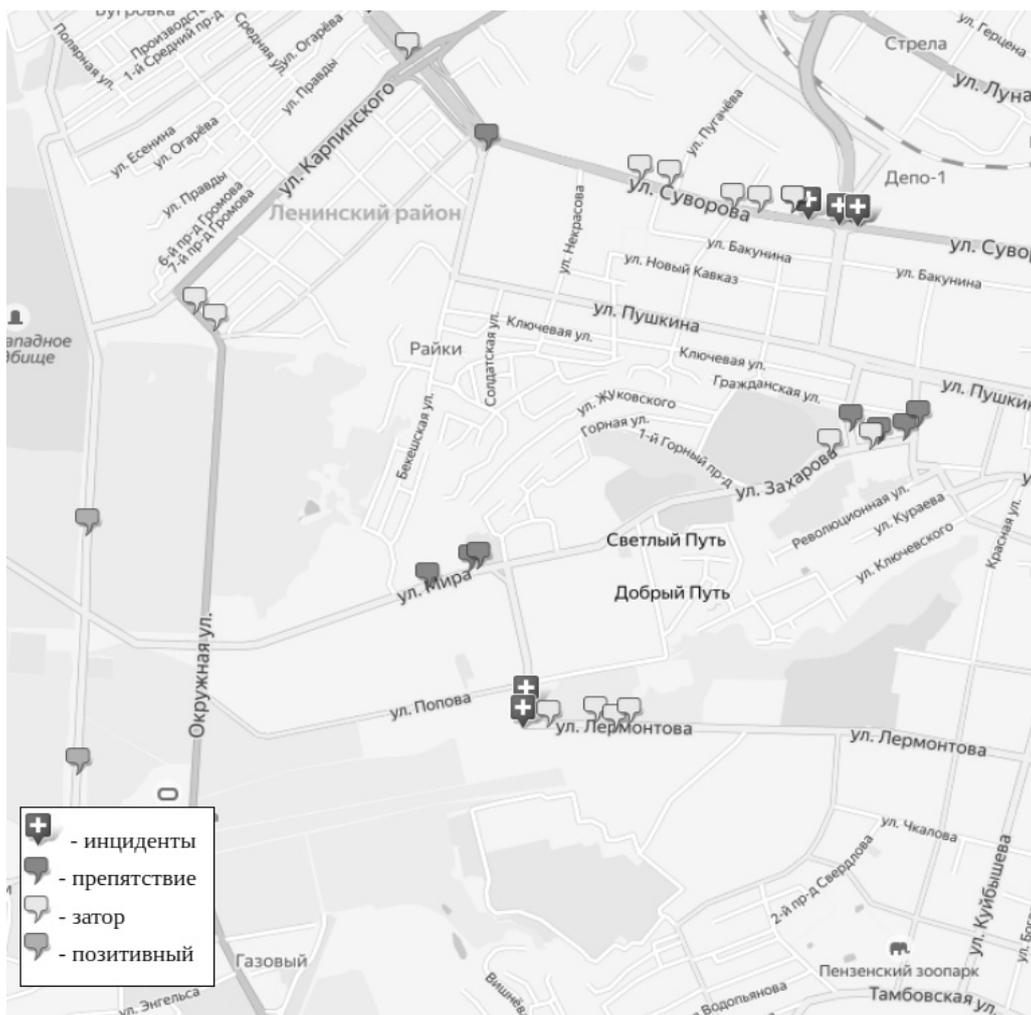


Рис. 2. Карта дорожных событий

Дорожные события

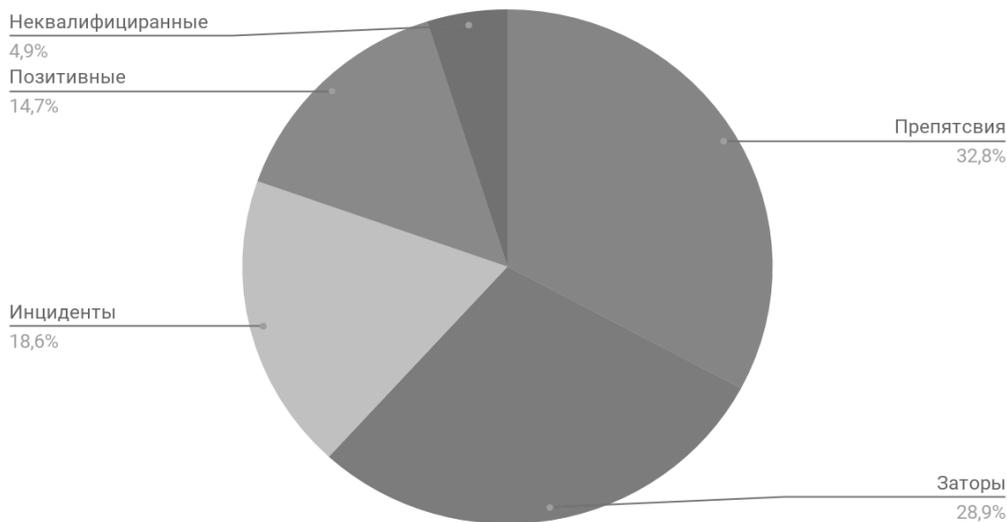


Рис. 3. Диаграмма распределения сообщений по классам

Результаты исследования метода

Для проверки работы метода был выбран набор из 500 сообщений, связанных с дорожной обстановкой в исследуемой области, которые были структурированы и преобразованы в числовые вектора. Каждый из них был первоначально классифицирован путем анализа, присутствующих в нем слов, с помощью процедуры интеллектуального анализа. Для проверки метода создан тестовый набор из 200 сообщений: 38 из них являются «инциденты», 64 — «препятствия», 30 — «позитивные», 58 — «заторы» и 10 — прочие. На рисунке 3 показана диаграмма распределения сообщений по классам.

Оценка эффективности показала, что показатель precision равен 0.92, показатель recall — 0.86, а F-метрика — 0.69.

В целях сравнения результатов классификации и оценочных метрик был выбран алгоритм Naive Bayes (NB), который работал на том же тестовом наборе. Алгоритм NB выбран в качестве сравнения, поскольку является одним из наиболее популярных для классификации коротких сообщений электронной почты и SMS сообщений, например, при идентификации спама. Главным преимуществом алгоритма NB перед KNN, заключается в том, что NB генерирует собственный набор слов и вычисляет распределение слов до классификации данных. Несмотря на преимущества в нашем случае алгоритм NB показал худшие результаты. После тестирования показатель precision равен 0.75, recall — 0.69, F-метрика — 0.7.

Заключение

В результате исследований были получены следующие выводы:

1. Метод обрабатывает тексты, полученные из социальных сетей, и позволяет классифицировать их с помощью алгоритма машинного обучения.
2. Метод был апробирован для анализа сообщений о событиях в дорожном движении. Однако его можно использовать для анализа и других сообщений, которые связаны с различными аспектами городской жизни, например, экология, реакция граждан на события и т.д.
3. Для анализа использовался набор сообщений из открытых групп их социальных сетей. Информация из этих источников является достаточно актуальной и помимо контента содержит координатную информацию.
4. Набор классифицированных сообщений отражает дорожные события и показывает реакцию жителей, что позволяет использовать его для принятия решений по улучшению транспортной обстановки.

Поскольку муниципальная и научная сферы обеспокоены улучшением жизни людей, важность исследования процессов в городской среде возрастает с каждым годом. Дорожное движение в городе является одним из факторов, влияющим на городскую среду, как например пробки. Данные ситуации могут быть изучены с целью выявления причин и особенностей, а также оповещения аварийных и медицинских служб. Социальные сети являются важным источником информации, поскольку сообщения в них написаны людьми, описывающими события в непосредственной близости от них, причем в контенте хранится реакция участников дорожного движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свободная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. — Режим доступа https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page. — (Дата обращения: 14.01.2018)
2. Сайт социальной сети «ВКонтакте» [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://vk.com>. — (Дата обращения: 10.01.2018)
3. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных «MachineLearning.ru» [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://www.machinelearning.ru>. — (Дата обращения: 16.01.2018)
4. А. Б. Мерков «Введение в методы статистического обучения»: Москва: Едиториал УРСС, 2011. — 254 с
5. Блог компании «Open Data Science» [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://habrahabr.ru/company/ods/>. — (Дата обращения: 17.01.2018)
6. Хараламбос Марманис, Дмитрий Бабенко «Алгоритмы интеллектуального Интернета. Передовые методики сбора, анализа и обработки данных», Символ-Плюс, 2011. — 480 с.

© Ляпин Артур Мансурович (lyapinartur@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION EXPERIENCE OF AUTOMATED INFORMATION-MANAGEMENT SYSTEMS IN INDUSTRIAL PLANTS

**A. Markevich
V. Sidorenko**

Summary. In the article the author investigate automated information-management systems (AIMS) in a modern industrial plants, as well as the implementation process. The objective of determining and resource allocation is formalized for given time limits and implementation functionality.

The mathematical model takes into account various design risks. The model described in the article is different from other models of resource allocation in using the qualification parameter. Solution of the objective can be help to assess to the economic effect of using resources of different qualification.

Keywords: Automated information-management systems, project management, resource allocation.

Маркевич Агата Владимировна

Аспирант, РУТ (МИИТ)

vlasjuk.a@mail.ru

Сидоренко Валентина Геннадьевна

Д.т.н., профессор, РУТ (МИИТ); НИУ ВШЭ

valenfalk@mail.ru

Аннотация. Исследуется место автоматизированных информационно-управляющих систем (АИУС) на современном промышленном предприятии и особенности их внедрения. Формализована задача определения оптимального количества ресурсов и их распределения при заданных границах проекта внедрения АИУС (временных и функциональных). Учитывается влияние рисков на разработанную математическую модель. Основным отличием предлагаемой модели организации работы команды внедрения от классических производственных систем является введение параметра квалификации ресурсов и возможность последующей оценки экономического эффекта от их привлечения.

Ключевые слова: Автоматизированные информационно-управляющие системы, управление проектами, распределение ресурсов.

Автоматизированные информационно-управляющие системы (АИУС) — часть средств автоматизации современного промышленного предприятия

На современных промышленных предприятиях наряду со множеством средств автоматизации широко используются АИУС. В статьях [1, 2] рассматриваются проблемы информационного общества и единого информационного пространства предприятий, составной частью которого являются АИУС, и определяется место технических решений в процессе операционного и стратегического управления. На примере эксплуатации автоматизированных систем управления персоналом сформулированы преобладающие преимущества и возможные риски эксплуатации АИУС на предприятии.

Центральным требованием к внедряемым АИУС является уверенность в надежности хранения данных, корректность методологии и процессов, заложенных в них, удобство пользовательского интерфейса. Промышленные предприятия в условиях высокой конкуренции вынуждены не только использовать современное про-

граммное обеспечение, но и производить внедрение АИУС в максимально короткие сроки.

Темой данной статьи является исследование процесса внедрения АИУС, выявление факторов, оказывающих влияние на сроки, стоимость и качество реализации проекта.

Описание объекта исследования

Рассмотрим процесс внедрения. В зависимости от состава и количества управленческих процессов, которые планируется автоматизировать, а, следовательно, и состава, и количества модулей АИУС, которые планируется внедрить, и особенностей предприятия, в первую очередь, определяемых не его размером и сферой деятельности, а сложностью управленческих процессов, этот процесс происходит по-разному. В вопросах, связанных с управлением персоналом, предприятия все чаще выбирают облачные решения SAP SuccessFactors [3], характеризующиеся относительно невысокой стоимостью внедрения и поддержки конечных решений, а также более короткими сроками внедрения проектов

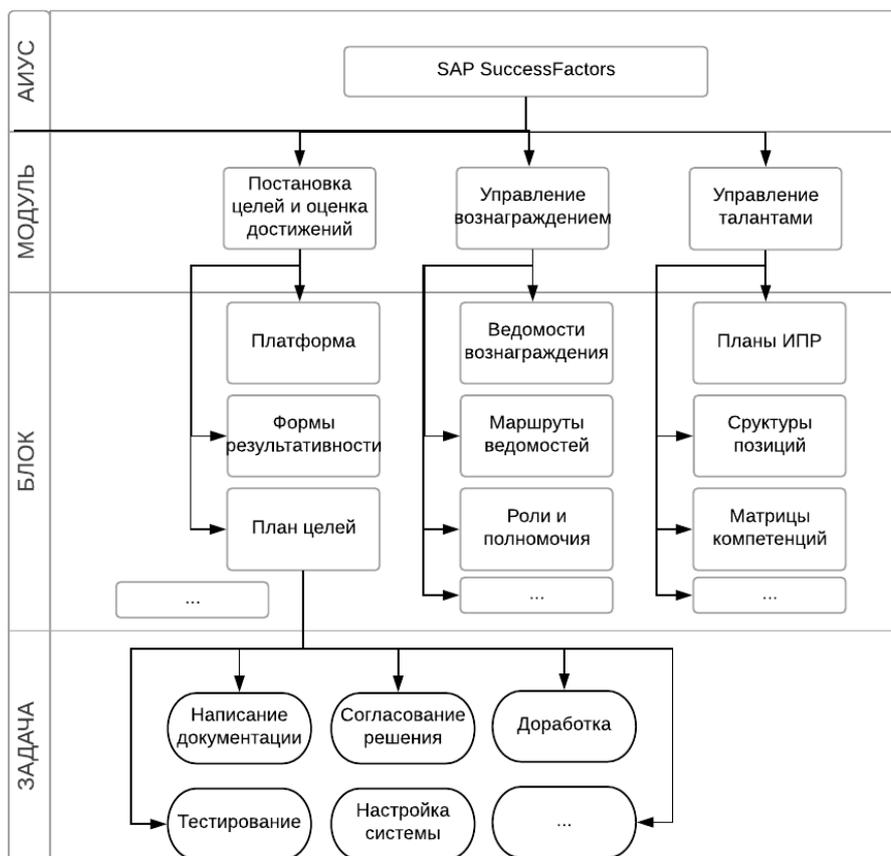


Рис. 1. Общая структура проекта

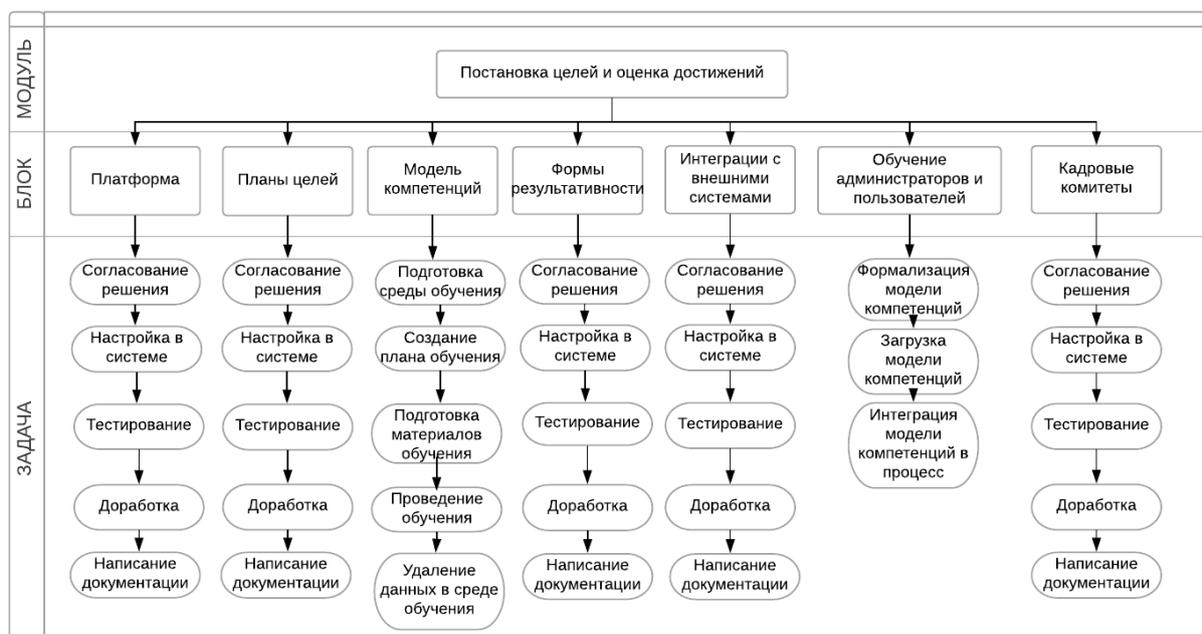


Рис. 2. Пример процесса внедрения модуля постановки целей и оценки достижений

Таблица 1. Характеристики реализованных проектов автоматизации процесса постановки целей и оценки достижений

Характеристики компаний	Внедрение 1	Внедрение 2	Внедрение 3	Внедрение 4	Внедрение 5
Отрасль	банковская	химическая промышленность	ритейл	металлургия	металлургия
Количество пользователей тестовой группы	до 200	до 200	до 200	20000	до 200
Характеристики процесса					
Наличие процесса постановки целей и оценки достижений в компании в начале проекта	нет	да	нет	да	Нет
Проведение предварительной оптимизации процесса	да	нет	да	нет	Да
Ранг сложности процесса, закладываемого в систему	1	4	2	5	3
Количество дополнительно разрабатываемых элементов/расширений	0	3	1	12	0
Характеристики проекта					
Планный срок реализации, Тп (месяцев)	4	5	4	6	3
Количество консультантов в проектной команде (план)	3	2	2	3	3,5
Количество консультантов в проектной команде (факт)	4	3	3	6	5
Фактический срок реализации, Тф (месяцев)	6	11	4	12	3,5
Плановая трудоемкость (в месяцах работы консультантов)	16	15	12	36	15
Итоговая трудоемкость	24	33	12	72	17,5
Количество членов проектной команды со стороны клиента	2	2	1	6	7

по сравнению с классическими продуктами SAP. На Рисунке 1 приведена схема типичного внедрения АИУС SAP SuccessFactors.

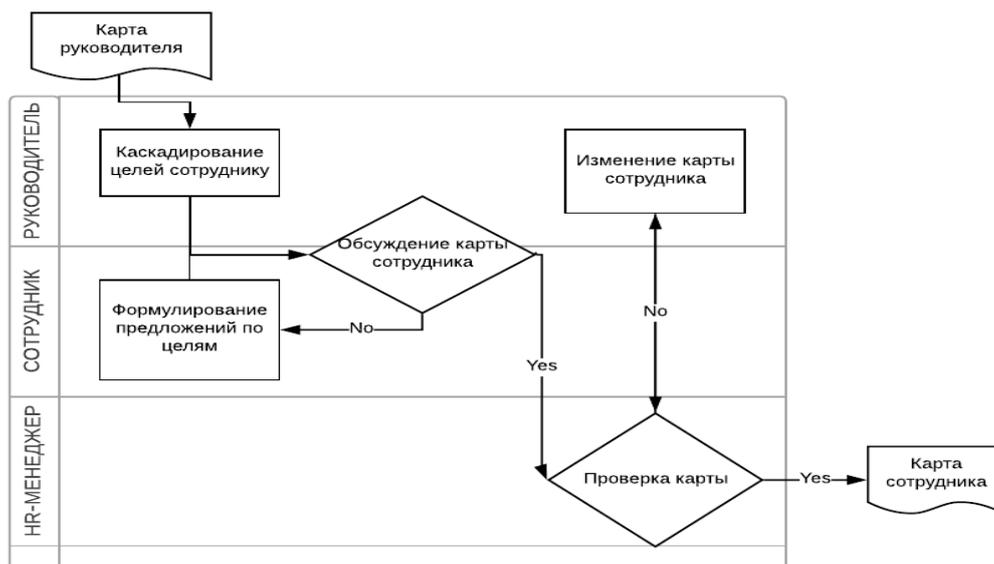
АИУС состоит из набора модулей (стратегическая hr-аналитика, внешний карьерный портал, подбор и адаптация, постановка целей и оценка достижений, управление вознаграждением, управление талантами, обучение и развитие персонала, кадровое администрирование), которые согласно методологии внедрения делятся на блоки (настройка форм, настройка маршрутов форм, обучение пользователей и др.). Для внедрения отдельных блоков необходимо выполнить ряд задач (согласовать, настроить, протестировать, и т.д.). В виду модульности, конечности возможных комбинаций настройки и простоты масштабирования решения процесс внедрения стандартизирован и значимо не отличается от внедрения к внедрению. На Рисунке 2 приведена схема внедрения модуля постановки целей и оценки дости-

жений (одна из типичных реализаций), на анализе опыта реализации которого построена данная статья.

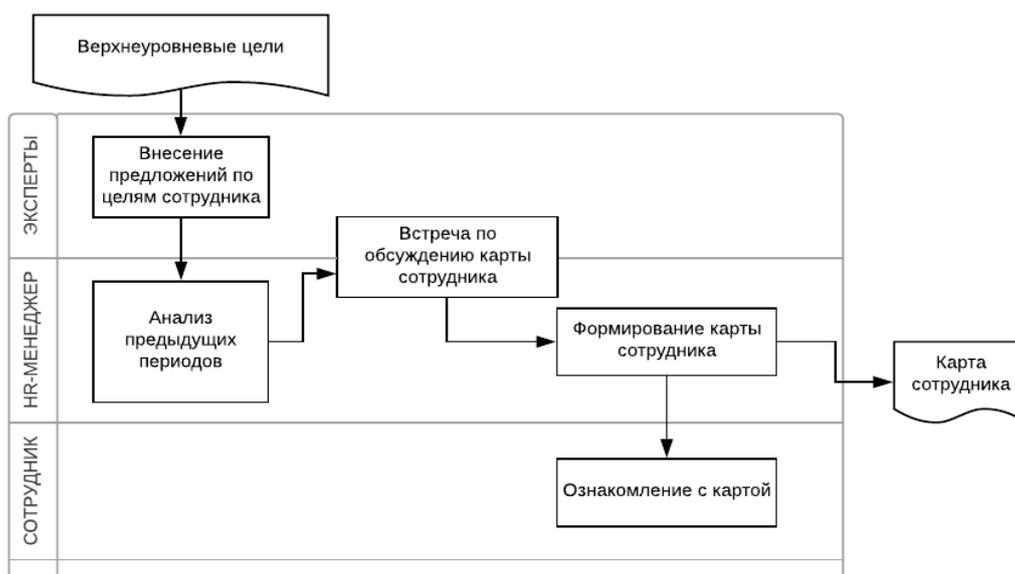
В данном случае описано относительно быстрое внедрение процессов при заранее сформированном проектном решении, базирующемся на формализованных процессах компании. При наличии у клиента желания и возможности провести оптимизацию процессов проект, с одной стороны, усложняется предварительным анализом текущих процессов и их оптимизацией под автоматизацию, а с другой, это упрощает последующее внедрение за счет специфики продукта.

Анализ опыта внедрения

В Таблице 1 приведены характеристики компаний, в которых на протяжении 2015–2017 года внедрялся модуль постановки целей и оценки достижений, а также характеристики внедряемого процесса.



(а)



(б)

Рис. 3. (а) Фрагмент процесса целеполагания, автоматизируемого в рамках модуля постановки и оценки достижений без сторонних расширений

– (б) Фрагмент процесса целеполагания, автоматизируемого в рамках модуля постановки и оценки достижений со сторонними расширениями

Экспертная оценка ранга сложности процесса, закладываемого в систему, построена на оценке:

- ◆ количества под процессов (целеполагание, мониторинг и т.д.);
- ◆ числа периодов оценки (в год);
- ◆ частота постановки целей (в год);
- ◆ количества уникальных элементов в системе (форм результативности, планов целей и т.д.);
- ◆ количества различных ролей в процессе.

Основные выводы к Таблице 1:

- ◆ при наличии в компании устоявшейся методологии и формализованных процессов постановки целей и оценки достижений клиент неохотно соглашается на их оптимизацию;
- ◆ система хорошо масштабируется, поэтому количество пользователей тестовой группы напрямую не влияет на уровень сложности процесса;

- ◆ при одновременном внедрении методологии постановки целей и оценки достижений, соответствующих процессов и системы автоматизации процессов удается значимо снизить риски, связанные с удлинением сроков проекта за счет необходимости разработки дополнительных элементов и расширением проектной команды;
- ◆ число членов проектной команды со стороны клиента не оказывает прямого влияния на сроки реализации проекта;
- ◆ риски, связанные с удлинением сроков проекта (а значит его стоимость для компании, внедряющей АИУС), можно снизить, повысив качество предпроектного анализа (тем самым заранее определяя число дополнительных элементов, дополняющих стандартный функционал АИУС) и оптимизировав затраты на консультантов.

1. Предпроектный анализ

Процесс постановки целей и оценки достижений включает в себя обычно следующие подпроцессы: целеполагание, мониторинг выполнения целей, оценка достижений, калибровка результатов на кадровом комитете.

На Рисунке 5 представлены схема фрагмента процесса целеполагания, характерного для мировых зарубежных практик, заложенных в SAP SuccessFactors (а), и схема фрагмента процесса, автоматизированного в ходе одного из анализируемых внедрений и потребовавшего создания дополнительных элементов (расширений) (б).

Несмотря на модульность и адаптируемость продукта, базово в него заложены определенные практики — например, нацеленность на персонализированность карты целей. В рамках модуля постановки целей и оценки достижений в реализованной в составе SuccessFactors эталонной модели (Рисунок 3 (а)) предполагается повысить культуру общения между руководителем и сотрудником, а также ответственность сотрудника за достижение целей путем его вовлечения в процесс их постановки. При формировании целей третьими лицами, предваряемом выгрузкой статистики из системы и анализом выполнения целей за прошлые периоды, как это реализовано в модели, представленной на Рисунке 3(б), появляется потребность в создании расширений. Доскональный предпроектный анализ процессов заказчика позволяет избежать дополнительных трат, связанных с внеплановым написанием расширений.

Примечательно, что предварительный анализ усложняется сжатыми сроками проведения тендеров на внедрение, предполагающих расчёт итоговой стоимости

проекта по ограниченным данным о проекте, и высокой стоимостной конкуренцией на рынке компаний, внедряющих АИУС.

Предметом исследования статьи является задача корректного расчета и оптимизации затрат на консультантов в процессе внедрения АИУС.

2. Оптимизация затрат на консультантов

В данном разделе исследуется задача планирования работы команды по внедрению АИУС. Решение задачи может выполняться различными методами, базирующимися на использовании:

- ◆ диаграммы Ганта (MS Project) — стандартный подход;
- ◆ имитационных моделей [4, 5, 6];
- ◆ генетических алгоритмов [6];
- ◆ комплекса средств, включающего в себя имитационную модель (например, на базе сетей Петри) и решение задачи оптимизации генетическими алгоритмами [6];
- ◆ нечетких множеств [7].

Рассматриваемая в данной статье задача связана не с работой производственного цеха, а с внедрением продукта, и при ее решении необходимо учитывать риски, связанные именно с этим видом деятельности. В статьях [8,9] описаны модели и решены задачи распределения ресурсов, в том числе при условии минимизации рисков. В предлагаемой модели риски выступают как один из критериев оптимизации:

$$Q = k_C C + k_T T + k_R R \rightarrow \min,$$

где k_C, k_T, k_R — коэффициенты значимости параметров C, T, R , соответственно;

$$C = \sum_{i=1}^N c_i —$$

ресурсы, определяемые как сумма всех человеческих ресурсов, задействованных в проекте, выраженная в затратах на их стоимость для компании, внедряющей АИУС;

$$T = \sum_{i=1}^N t_i —$$

время выполнения (реализации) проекта, определяемое как сумма всех временных затрат на решение отдельных задач в составе проекта;

$$R = R_C + R_M + R_T — \text{учитываемые риски};$$

R_C — риски, связанные с внутренними ресурсами;

Таблица 2. Факторы, формирующие риски

Тип риска	Факторы
R_C	<ul style="list-style-type: none"> • Появление стандартных задач, не запланированных на начальных этапах проекта (необходимость проводить дополнительные обучающие сессии пользователям) • Учет болезней и необходимости развития ресурсов (происходят простои в работе, но продолжаются траты на консультантов)
R_T	<ul style="list-style-type: none"> • Появление в проекте нестандартных задач, не запланированных на этапе формулирования проекта (на разработку дополнительных элементов, оптимизацию отдельных процессов)
R_M	<ul style="list-style-type: none"> • Фактор, являющийся суперпозицией предыдущих факторов

R_T — риски, связанные со сроками проекта;

R_M — риски, связанные с привлечением внешних ресурсов.

В Таблице 2 классифицированы факторы, определяющие риски, учитываемые в модели.

Как показывает практика реализации проектов (Таблица 1) фактический срок реализации проекта часто превышает его плановые оценки. Это особенно ярко выражено для компаний, не проводящих предварительную оптимизацию процессов, а оптимизирующих их «как есть». В таких проектах разрабатывается большее количество дополнительных элементов, что, в свою очередь, приводит к необходимости привлечения дополнительных ресурсов (в том числе внешних) и серьезно увеличивает сроки проектов.

Фактор болезней и необходимость развития внутренних ресурсов можно учесть исходя из статистики. По данным Росстата за 2016 в России люди в среднем болели не более 8 дней в месяц [10], при этом часть из них продолжала ходить на работу (вплоть до 80%). Для молодого коллектива (20–35 лет) среднее число полноценных больничных в месяц можно оценить как 1 из 20 рабочих дней.

Хорошим тоном для современной ИТ компании является предоставление своим сотрудникам 2 недель в год на обучение. При этом не все затраты на обучение консультантов окупаются: по данным Antal Russia текучесть кадров в области ИТ и телеком в России составляет 11% [11]. Таким образом, компания, внедряющая АИУС, теряет в месяц около $0,11(ZN)$, где Z — затраты на обучение одного сотрудника в месяц, N — число сотрудников на проекте.

Дополнительным ограничением в создаваемой модели является необходимость выполнить проект в срок:

$$T_{\Phi} - T_{\Pi} \rightarrow 0.$$

В статьях [5, 12] рассматривалось последовательное выполнение операций и накладывались ограничения на то, что одна операция начнется не ранее, чем закончится предыдущая. В предлагаемой модели рассматривается распараллеливание выполнения задач и совместное их выполнение. Модель предполагает учет следующих особенностей (ограничений):

1. *Учет последовательности интеграции блоков.* На Рисунке 4 приведен пример разрешенных (а, б) и запрещенной (в) последовательностей реализации блоков на примере настройки модуля постановки целей и оценки достижений. По горизонтальной оси отложена временная шкала. Поскольку блок «Форма результативности» ссылается на блоки «План целей» и «Модель компетенций», последовательность (в) является запрещенной.

Учет данной особенности в математической модели может быть реализован через построение древовидных графов. В примере, приведенном на Рисунке 4, корнем графа является блок «Кадровые комитеты». Ограничение при построении графа: длина пути от корня до блока «Форма результативности» должна быть короче или равна длине пути от корня до блоков «План целей» и «Модель компетенций». По-другому это можно выразить в форме неравенств, накладывающих ограничения на времена начала и окончания работ над блоками:

$$t_{\text{окончания}}\langle\text{Форма результативности}\rangle \geq t_{\text{окончания}}\langle\text{План целей}\rangle$$

$$t_{\text{окончания}}\langle\text{Форма результативности}\rangle \geq t_{\text{окончания}}\langle\text{Модель компетенций}\rangle.$$

Исходное представление информации о последовательности работы над блоками в графической форме удобно для последующего автоматизированного формирования указанных неравенств и программной проверки условий при формировании решений задачи по оптимизации ресурсов.

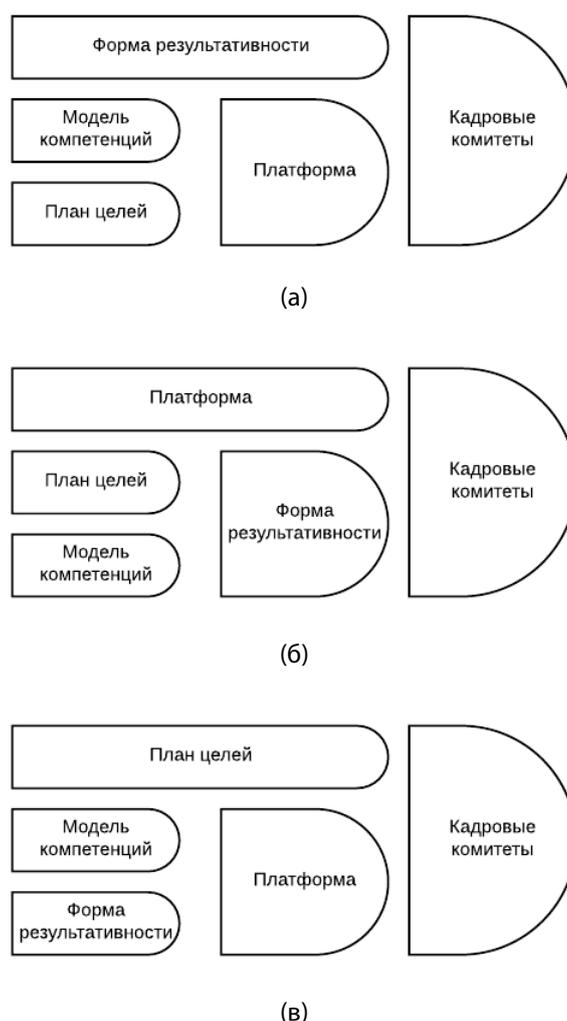


Рис. 4. Пример последовательности реализации блоков: (а), (б) — разрешенные, (в) — запрещенная

2. *Учет возможности одновременного выполнения одной задачи несколькими консультантами.* В [13] описана современная методология ведения проектов Extreme Programming (экстремальное программирование), для которого характерен ежедневный процесс разработки и тестирования продукта, производимый небольшой командой (от двух до десяти программистов). Авторы утверждают, что при такой организации работы удастся снизить сроки выполнения задач. Одновременная работа небольшой командой над одним блоком также характерна для agile (семейства «гибких» методологий внедрения). Для задач и проектов, описанных выше, может использоваться парное программирование, предполагающее увеличение индивидуальной эффективности консультантов при работе в паре.

3. *Учет возможности одновременного выполнения разных задач одним консультантом.* Авторы работы [14] ссылаются на то, что при работе с ИТ

продуктами специализированные сотрудники непосредственно программируют 55% от своего рабочего времени. Остальное время уходит на коммуникацию с менеджментом, коллегами, тестировщиками, дизайнерами и клиентом. Также при работе над одной задачей более двух консультантов появляется необходимость ведения задач в специализированных программах (task-менеджмент) и траты времени на их проверку и отслеживание. На Рисунке 5 сделана попытка определения зависимости снижения индивидуальной эффективности консультантов при работе в команде от количества участников команды.

Таким образом выполнение нескольких задач одним консультантом может снизить затраты на избыточную коммуникацию. Текущая схема разделения проекта на блоки и задачи, проиллюстрированная Рисунком 2, представляет проект внедрения как совокупность задач, которые нельзя считать полностью изолированными.

Таблица 3. Индивидуальная эффективность при работе в паре (в %)

	Руководитель проекта	Архитектор	Старший консультант	Консультант	Младший консультант	Разработчик
Руководитель проекта	X	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Архитектор	1,2	X	0,8	0,8	0,8	0,8
Старший консультант	1,2	1,2	X	0,8	0,8	0,8
Консультант	1,2	1,2	1,2	X	0,8	0,8
Младший консультант	1,2	1,2	1,2	1,2	X	0,8
Разработчик	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	X



Рис. 5. Схема потери личной эффективности консультанта при работе в команде

ми друг от друга: так, в рамках задачи «Тестирование» необходимо сформировать реестр замечаний, который реализуется в рамках задачи «Доработка».

4. *Учет квалификации / стоимости разных консультантов.* Согласно авторам работы [15] управление командой — процесс творческий, и эффективность работы команды зависит от бесчисленного количества факторов. Большое влияние на эффективность оказывают культура взаимодействия в команде (наравне с индивидуальными способностями ее элементов), поддержание между ее членами неформальных отношений. Как было сказано, при работе методом парного программирования (для консультантов одной квалификации) может наблюдаться рост индивидуальной эффективности. С другой стороны, практика внедрения обсуждаемого продукта показывает, что при работе с младшими коллегами старшие тратят время на наставничество (10–20%),

дольше объясняют специфику задач — за счет этого условно теряют в индивидуальной эффективности при решении текущей задачи, а их младшие коллеги приобретают.

В Таблице 3 приводится коэффициент изменения индивидуальной эффективности консультанта при работе в паре: по горизонтали приведены консультанты и их эффективность, а по вертикали — наименование их «напарника». Знак «X» используется для обозначения «запрещенных» пар: в рамках одного проекта не рекомендуется привлекать двух руководителей или архитекторов.

Учет особенностей 2–4 можно выполнить в рамках классической транспортной задачи (Таблица 4). По вертикали приведены задачи проекта, по горизонтали — наименование ресурсов, в ячейках — затраты на задачу,

Таблица 4. Представление критериев модели в формате классической транспортной задачи

	Почасовая ставка	Настройка	Согласование решения	Доработка	Написание документации	Тестирование	Интеграции	...	Ресурсы (в день)
Руководитель проекта	4уе	X	3,5K/10	X	X	X	X		1
Архитектор	3,5уе	3,5K/10	3,5K/10	3,5K/10	3,5K/5	3,5K/25	3,5K/25		1
Старший консультант	3уе	3K/15	3K/15	3K/15	3K/15	3K/15	X		1
Консультант	2уе	2K/20	2K/40	2K/10	2K/10	2K/25	X		1
Младший консультант	1уе	2K/25	X	2K/12,5	2K/12,5	2,5K/20	X		1
Разработчик	2,5уе	X	X	X	X	X	2,5K/20		1
Потребность (в днях)		1	1	1	1	1	1		

которые определяются произведением почасовой ставки ресурса, производительности ресурса и функции эффективности.

Почасовая ставка ресурса приведена в Таблице 4 во втором столбце. Производительность ресурса рассчитывается как скорость самостоятельной реализации задачи (в час). Персональная эффективность $K(n_1, n_2, \dots, n_N)$ является функцией множества участников команды, работающей над задачей, и учитывает изменение индивидуальной производительности консультанта при работе в команде (n_1, n_2, \dots, n_N — наименования участников команды, N — количество консультантов). Значение функция определяется на основании зависимости, приведенной на Рисунке 5, и данных Таблицы 3. Знаком «X» обозначаются запрещенные позиции.

Учет особенности 1 (последовательность интеграции блоков) совместно с расчетом, выполненным в ходе решения описанной выше «транспортной задачи» распределения трудовых ресурсов в соответствии с данными, приведенными на Рисунке 2, позволит правильно оценить длительность выполнения проекта с учетом очередности решения задач.

Примечательно, что в работе [13] автор приводит убедительные аргументы, согласно которым удлинение 40-часовой рабочей недели для консультантов за счет переработок не является решением в борьбе с рисками проектов. Поэтому впоследствии данное ограничение будет принято для расчетов.

Заключение

Результаты работы АИУС используются для формирования Коэффициентов Персональной Эффективности (КПЭ) и Систем Сбалансированных Показателей (ССП) [16, 17] и стратегического управления предприятием.

Срок реализации проекта по внедрению модуля постановки целей и оценки достижений составляет 3–6 месяцев. Как показывает практика, внедрение таких проектов за счет влияния различных факторов может затянуться на год. При этом проекты по внедрению трех и более модулей SAP SuccessFactors рассчитаны на 1–2 года. Увеличение сроков внедрения АИУС в два раза недопустимо для компаний-клиентов.

Согласно анализу, основные риски удлинения сроков и необходимости привлечения дополнительных человеческих ресурсов связаны с ошибками предварительной оценки процессов у компании-клиента и необходимостью оптимизации затрат на консультантов. В статье сформулированы принципы и критерии, взятые за основу модели оптимизации затрат на консультантов при внедрении АИУС в условиях ограниченного времени. Определены рамки математической модели, с помощью которой может быть решена задача. Ее решение повысит точность оценок сроков выполнения отдельных блоков и проекта в целом, а также позволит оптимизировать состав внутренней команды, высвободить для консультантов время на обучение или параллельное участие в нескольких внедрениях. Следующим этапом исследования является поиск методов решения сформулированной математической задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муромцев В. В., Муромцева А. В. Информационное пространство человека в условиях современных виртуальных коммуникаций // *Components of Scientific and Technological Progress*. 2014. № 3 (21). С. 38–46.
2. Маркевич А. В. Современное состояние информатизации бизнес-процессов // *Сборник научных статей по итогам международной научно- практической конференции*, 2017.
3. Агафонова А. Н., Оськина Ю. С., Черняева К. Н. SAP Success Factors в кадровой логистике // *Наука и Просвещение*, 2017.
4. Мищенко А. В., Могильницкая М. В. Динамическая модель управления производственными ресурсами и оборотным капиталом в промышленной логистике // *Логистика и управление цепями поставок*, 2007.
5. Проничев Н. Д., Смелов В. Г., Кокарева В. В., Мальхин А. Н. Имитационное моделирование производственной системы механообрабатывающего цеха // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2013.
6. Сочнев А. Н. Распределение ресурсов производственной системы с использованием сетей петри и генетического алгоритма // *УБС*, 2012, № 39.
7. Градусов Д. А., Авдеева Е. С., Уланов Е. А. Использование нечетких множеств для оценки экономической эффективности проектов внедрения корпоративных информационных систем // *Экономический анализ: теория и практика*, 2012.
8. Лукин Г. В. Математическое моделирование задач распределения ресурсов на основе минимизации риска // *Научная библиотека диссертаций и авторефератов*, 2005.
9. Ростова Е. П. Постановка задачи динамического программирования для распределения средств по управлению рисками на предприятии // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2013.
10. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/
11. <https://antalrussia.ru/news/tekuchest-personala-v-kompaniyakh-snizilas/>
12. Лагарникова А. В. Принцип организации обработки данных на примере пятиступенчатого конвейера // *IV Международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов: междисциплинарные исследования»*, 2016.
13. Дж. Ханк Рейнвотер Как пасти котов // *Питер*, 2011, С. 217–219.
14. Mickey W. *Mantle Managing the Unmanageable* // *Addison-Wesley*, 2012.
15. *Harvard Business Review 10 лучших статей Управление командой* // *Альпина*, Москва, 2017.
16. Калиев Ж. Ж. Интегрированный программный комплекс анализа алгоритмов управления поездом метрополитена // *Научная библиотека диссертаций и авторефератов*, 2011.
17. Замышляев А. М. Автоматизация процессов комплексного управления техническим содержанием инфраструктуры железнодорожного транспорта // *Научная библиотека диссертаций и авторефератов*, 2014.

© Маркевич Агата Владимировна (vlasjuk.a@mail.ru), Сидоренко Валентина Геннадьевна (valenfalk@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



РАЗРАБОТКА ЯЗЫКА ДОПОЛНЕННОЙ ВИРТУАЛЬНОСТИ ДЛЯ ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ФОРМАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ И ГРАММАТИК

DEVELOPMENT OF LANGUAGE OF AUGMENTED VIRTUALITY FOR GAME APPLICATIONS BASED ON FORMAL LANGUAGE AND GRAMMAR THEORY

A. Mikitchuk

Summary. This article is devoted to the study and development of the language of augmented virtuality on the basis of methods and approaches of the theory of formal languages and grammars. The author draws attention to the definition of augmented virtuality in the model of the information system for gaming applications with augmented virtuality and puts the task of developing the lexical and semantic analyzers for formal language. Considerable attention is paid to the definition of the alphabet and the grammar of the language, the finite automaton of the recognizer, regular expression and the syntax diagram. Describes software implementation of lexical and semantic procedures generation virtual game levels using the built-in Game Maker Studio programming language. The conclusion is made about the applicability of the theory of formal languages and grammars to the development of mechanisms for the interaction of components of information systems of augmented virtuality.

Keywords: mixed reality, augmented virtuality, lexical analyzer, syntax diagram, semantic procedure, Game Maker.

Микитчук Андрей Алексеевич

Аспирант, Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»
andrew1709@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья посвящена изучению применения методов и подходов теории формальных языков и грамматик для разработки языка дополненной виртуальности. Автор останавливается на определении термина дополненная виртуальность в рамках модели информационной системы для игровых приложений с дополненной виртуальностью и ставит задачу разработки лексического и семантического анализаторов для формального языка. Значительное внимание уделяется определению алфавита и грамматики языка, приводятся конечный автомат распознаватель, а так же регулярное выражение и синтаксическая диаграмма. Описывается программная реализация анализаторов и семантической процедуры генерации виртуальных игровых уровней с помощью встроенного в Game Maker Studio языка программирования. В заключении делается вывод о применимости теории формальных языков и грамматик для разработки механизмов взаимодействия компонент информационных систем дополненной виртуальности.

Ключевые слова: смешанная реальность, дополненная виртуальность, лексический анализатор, синтаксическая диаграмма, семантическая процедура, Game Maker.

В современном мире наибольшую популярность в массовом сегменте развлекательных программных продуктов имеют компьютерные игры и мобильные игровые приложения. В то же время задачи, возникающие при создании и наблюдении за поведением математических, физических, экономических, имитационных и других моделей, могут быть решены при помощи методов и подходов, используемых при разработке игровых приложений, а также путем взаимодействия с исследуемыми моделями в рамках них. Поэтому реализация игр является актуальной задачей как сама по себе, так и с прикладной точки зрения.

С развитием информационных технологий появились инструменты, которые не требуют профессиональных навыков для создания компьютерных игр. Поэтому на популярных площадках распространения программ публикуется все большее число игровых приложений со схожим геймплеем. Проблема уникальности является основной для разработчиков компьютерных игр.

Принимая во внимание факт разнообразия игровых жанров и наибольшее количество однотипных приложений в казуальных играх, мы будем рассматривать 2d платформеры. Это один из старейших жанров, основные принципы которого унаследовали многие жанры. Игровой процесс большинства двухмерных платформеров заключается в управлении неким персонажем и многократном выполнении несложных действий на однотипных игровых уровнях для достижения заданного результата.

Одним из решений проблемы уникальности в рамках игрового жанра платформер служит предоставление разработчикам готового инструмента на базе технологий смешивания реального и виртуального миров. Среди таких технологий, объединенных термином смешанная реальность и использующих алгоритмы компьютерного зрения, можно выделить дополненную виртуальность. Внедрение дополненной виртуальности позволит игрокам самостоятельно создавать игровые уровни.



Рис. 1. Схема модели информационной системы Photorun.

Целью данной работы является разработка языка дополненной виртуальности, правил генерации его предложений и построения по ним игровых уровней на примере реализованной автором информационной системы игрового приложения в жанре 2d платформер.

Термин дополненная виртуальность имеет прикладной характер и его определение может меняться в зависимости от области исследования. Считается, что понятие дополненной виртуальности впервые дано в работе П. Милграма и Ф. Кишино в 1994 в работе «A taxonomy of mixed reality visual displays» [1]. В рамках континуума «реальность-виртуальность» оно занимает место, более близкое к виртуальной реальности. Впервые данная теория была воплощена в проекте «Окна на мир» («Windows on the World») [2]. Его суть заключается в построении перемещающимся роботом виртуальной модели реальной местности. В свою очередь более поздний проект «3D виртуальная среда для архитектурной коллаборации» («A Layer-based 3D Virtual Environment for Architectural Collaboration») [3] показал, что рассматриваемая технология может быть применена в сфере строительства и архитектуры.

Рассматривая дополненную виртуальность с точки зрения игровых приложений и их моделей, можно дать следующее определение. Дополненная виртуальность — это совокупность технических средств, алгоритмов компьютерного зрения и обработки растровых изображений, направленная на построение двухмерных или трехмерных виртуальных игровых уровней со своим строгим описанием физики, на основе фотографий или видео пользователя [4]. Основная цель дополненной виртуальности в широком смысле — создание игрового уровня путем расположения игровых компонен-

тов на фоне объектов реального мира, изображенных на распознаваемой фотографии. Как правило, в теории распознавания образов широкий круг задач, целью которого, на первый взгляд, является распознавание изображений, на самом деле сводится к задаче выявления примитивов заданного типа на бинарных изображениях: прямых отрезков, окружностей, треугольников и прямоугольников. Так, цель дополненной виртуальности может быть уточнена: создание игрового уровня на основе бинарного представления исходного изображения путем выявления на нем геометрических объектов заданного типа и расположение игровых компонентов в точках, совпадающих с координатами их начала. Данное определение и цель были сформулированы и использованы в ходе разработки клиент-серверной информационной системы игрового приложения Photorun для Windows Phone и Windows

Рассматривая реализацию данной технологии в контексте проекта Photorun можно построить универсальную игровую модель — клиент-серверную информационную систему с дополненной виртуальностью, в которой входными данными для сервера, в роли которого выступает удаленная служба Windows Communication Foundation, является массив байт, полученный из фотографии пользователя, а выходными данными является строка, описывающая сгенерированный игровой уровень. Схема игровой модели, её основные компоненты и их взаимосвязь показаны на рисунке 1.

Для конечного пользователя видимыми компонентами дополненной виртуальности являются генерация уровней и игровой процесс, а не удаленное распознавание и описание виртуальных миров. Поэтому геймплей использует не только основные принципы любо-



Рис. 2. Фрагмент игрового уровня

го платформера, но имеет отличительную особенность, которой является динамический вектор силы тяжести на игровом уровне. При помощи простых действий пользователь может моментально менять направление вектора силы тяжести на 90 градусов. Такой сценарий позволяет игрокам исследовать труднодоступные части игровых локаций и позволяет творчески подойти к прохождению каждого уровня. Построение же виртуального мира по формальному описанию является ключевым этапом для достижения упомянутой выше цели дополненной виртуальности. Рассмотрим процесс построения игрового уровня подробнее.

Игровые миры создаются на основе строки, которую возвращает удаленная служба. Рассматривая содержимое данной строки с точки зрения теории формальных языков можно сказать, что она содержит набор слов авторского языка дополненной виртуальности L над алфавитом Σ . Каждое слово языка $L(\Sigma)$ описывает правила создания игровых объектов в рамках игрового мира. Фактически каждая фотография представляет собой уникальное графическое описание конечного набора цепочек над этим языком. Для того чтобы определить алфавит и язык дополненной виртуальности сперва опишем общие шаги выявления примитивов заданного типа и описания игрового уровня:

1. Выделение отрезков на бинарном представлении исходного изображения,
2. Поиск координат отрезков, длина которых кратна ширине платформы в пикселях,
3. Добавление в описание игрового уровня информации о координатах и цвете платформ на основе 2 шага,

4. Расстановка монет над платформами,
5. Добавление в описание игрового уровня информации о координатах монет на основе 4 шага.

Информация об игровых объектах платформа и монета, обозначаемых английскими буквами p и s соответственно, содержит не только их координаты на игровом уровне, но и данные о спрайте для придания игре особой атмосферы. Спрайт каждой платформы выбирается в зависимости от преобладающего «под» платформой цвета (по каналам RGB), для чего используются буквы r , g или b . Параметры объектов разделяются запятой, а описание каждого объекта отделяется точкой с запятой. То есть, запись «17,26, p , b » означает, что на игровом уровне в точке с координатами (17,26) будет добавлена платформа со спрайтом, который соответствует синему цвету. Таким образом, для описания игровых уровней используется алфавит $\Sigma = \{\epsilon, '0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', ',', 'p', 'c', 'r', 'g', 'b', '\}$. Уточним язык: $L = \{w \mid \text{слова, начинающиеся с двух разделенных запятой целых неотрицательных чисел, содержащие через запятую букву s или разделенные запятой буквы p и r , g или b , и заканчивающиеся точкой с запятой}\}$. На рисунке 2 показан фрагмент игрового уровня, который создан в соответствии с полученным описанием, на основе символов алфавита Σ .

Исходя из перечисленных правил, очевидно, что не любая цепочка символов алфавита Σ принадлежит искомому языку $L(\Sigma)$. Для формализации процесса получения и верификации слов языка сначала необходимо задать грамматику (по Хомскому), затем описать конеч-

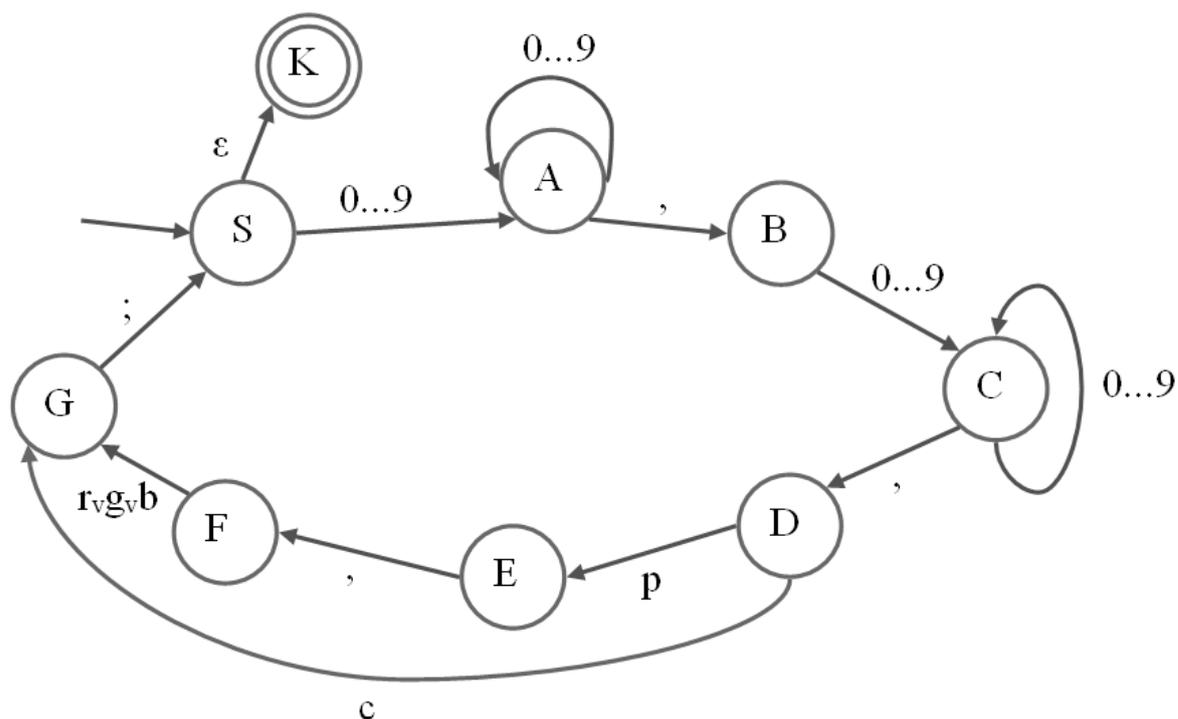


Рис. 3. Граф автомата А

ный автомат или регулярное выражение и синтаксическую диаграмму. Это позволит построить семантическую процедуру, для которой необходимы распознаватель языка или лексический и синтаксический анализаторы[5]. Главной задачей семантической процедуры является генерации игрового мира на устройстве конечного пользователя. В силу того, что обрабатываемые изображения в общем случае могут иметь любой размер, нельзя описать все возможные слова данного языка, т.к. он содержит бесконечное число цепочек разной длины. Поэтому задача построения всех возможных сочетаний координат и типов объектов определенных цветов не будет рассматриваться.

Рассмотрим элементы порождающей грамматики $G(T, N, P, S)$. С точки зрения порождающих грамматик элементы алфавита Σ являются терминальными символами, т.е. $T = \Sigma$. В таком случае множество нетерминальных символов $N = \{S, A, B, C, D, E, F, G\}$, где S , очевидно, является целевым символом. Элементы множества правил вывода P перечислены ниже:

- ◆ $S \rightarrow \epsilon | 0A | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7A | 8A | 9A$
- ◆ $A \rightarrow , | 0A | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7A | 8A | 9A$
- ◆ $B \rightarrow 0C | 1C | 2C | 3C | 4C | 5C | 6C | 7C | 8C | 9C$
- ◆ $C \rightarrow , | 0C | 1C | 2C | 3C | 4C | 5C | 6C | 7C | 8C | 9C$
- ◆ $D \rightarrow pE | cG$
- ◆ $E \rightarrow , | F$
- ◆ $F \rightarrow rG | gG | bG$
- ◆ $G \rightarrow ; | S$

Очевидно, что грамматика G отвечает условиям 3 типа грамматик по Хомскому, причем она является праволинейной. Соответственно язык $L(\Sigma)$ является автоматным. Для программной реализации синтаксического анализатора удобнее использовать конечный автомат[6] или синтаксическую диаграмму. На рисунке 3 изображен граф автомата A , построенного по грамматике G и допускающего язык $L(\Sigma)$.

Вершина K и дуга (S, K) отображают конечное состояние автомата A и переход в него под действием входного символа ϵ . Для наглядности переходов на графе не отображено состояние ошибки — состояние, специально вводимое при моделировании автомата-распознавателя, в которое осуществляется переход при подаче непредвиденного входного символа. Очевидно, что требования к генерируемому на удаленном сервисе описанию и продукции грамматики G составлены таким образом, что построенный автомат является детерминированным. Это освобождает нас от применения теоремы Клини для построения конечного детерминированного автомата по недетерминированному и упрощает задачу построения распознавателя языка. Очевидно, что для создания распознавателя можно воспользоваться универсальным алгоритмом распознавателя автоматных языков, который реализуем на современных популярных высокоуровневых языках программирования или уже доступен в виде расширений. В этом случае актуальным является вопрос о применимости такой реализации

диаграмма:



игровой объект:



координата:

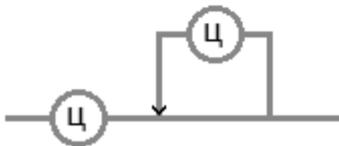


Рис. 4. Синтаксическая диаграмма языка дополненной виртуальности

широким кругом разработчиков, столкнувшихся с проблемой уникальности игр — решение задачи переноса этого алгоритма или применение автоматного стиля программирования и его интеграция с семантической процедурой генерации игрового уровня может иметь высокий порог входа при использовании специальных инструментов для создания игр. Поэтому в качестве альтернативного наглядного способа описания и распознавания автоматного языка $L(\Sigma)$ рассмотрим регулярное выражение и синтаксическую диаграмму. Регулярное выражение имеет вид: $R = ((0+1+2+3+4+5+6+7+8+9)^*(0+1+2+3+4+5+6+7+8+9)^*(p,(r+g+b)+c);)^*$. На рисунке 4 изображена синтаксическая диаграмма, эквивалентная описанному регулярному выражению.

Диаграмма, изображенная на рисунке 4, состоит из трех частей. Первая отражает возможность распознавания повторяющихся последовательностей игровых объектов — слов языка $L(\Sigma)$, разделенных, согласно правилам языка, точкой с запятой. Блок «игровой объект» равносителен правилам описанного языка с учетом вынесения распознавания координат в отдельную часть диаграммы.

Рассмотрим создание игрового уровня с использованием описанной синтаксической диаграммы на примере настольной версии игрового приложения Photorun. Данная версия реализована с помощью GameMaker.

Это среда разработки компьютерных игр, реализующая парадигму событийно — ориентированного и визуального программирования и рассчитанная на создание 2D игр. Игровые уровни в GameMaker являются одним из ключевых игровых ресурсов и называются комнатами. Над комнатами можно совершать ряд заложенных действий, например переход в комнату или выход из нее. А в рамках комнат можно обрабатывать событие создания, выполняя последовательность действий, которые задаются с помощью визуальных инструментов или описываются на встроенном языке программирования GML. Листинг 1 содержит фрагмент программы на языке GML, которая реализует синтаксическую процедуру и семантическую операцию генерации игрового уровня на основе описанного языка $L(\Sigma)$ при загрузке комнаты игрового процесса.

Листинг 1. Фрагмент лексического и синтаксического анализаторов и семантической процедуры:

```
var i = 0, xCoord = 0, yCoord = 0, coord = «»;
while(i++<strLength)
{
    coord = «»;
    while string_char_at(lvlDescription, i) != «,»
        coord += string_char_at(lvlDescription, i++);
    xCoord = real(coord);
    if string(xCoord) != coord break;
```

```

i++;
coord = «»;
while string_char_at(lvlDescription, i) != «,»
    coord += string_char_at(lvlDescription, i++);
yCoord = real(coord);
if string(yCoord) != coord break;
i++;
var objType = string_char_at(lvlDescription, i++);
if objType == «p»
{
    if string_char_at(lvlDescription, i++) != «,»
        break;
    var color = string_char_at(lvlDescription, i++);
    {
        if color == «r» instance_create_
            layer(xCoord*2, yCoord*2, «Instances»,
                obj_cloud_r);
        else if color == «g» instance_create_
            layer(xCoord*2, yCoord*2, «Instances»,
                obj_cloud_g);
        else if color == «b» instance_create_
            layer(xCoord*2, yCoord*2, «Instances»,
                obj_cloud_b);
        else break;
    }
}
else if objType == «c»
    instance_create_layer(xCoord*2, yCoord*2,
        «Instances», obj_coin);
else break;
if string_char_at(lvlDescription, i) != «,»
    break;
}}

```

Дадим краткое пояснение представленному фрагменту кода, используемым в нем переменным и функциям Game Maker. В цикле с предусловием происходит посим-

вольная обработка строки lvlDescription, содержащей цепочку языка $L(\Sigma)$. Цикл завершит свое выполнение, когда обработана вся строка или встречается неожиданный символ. В переменной i хранится индекс обрабатываемого символа описания игрового уровня. Обращение к символу на позиции i осуществляется с помощью функции string_char_at(). Координаты игрового объекта записываются в переменные действительного типа xCoord и yCoord после преобразования из строковой переменной coord с помощью функций real() и string(). Первая функция используется для получения числа из строки, а вторая для проверки соответствия полученного числа исходной строке. Такая последовательного применения необходима из-за особенности метода real, которая заключается в игнорировании нецифровых символов во входном параметре при преобразовании его в число. Далее по полученным координатам с помощью функции instance_create_layer() в комнату добавляется игровой объект платформа или монета в соответствии со значениями символьной переменной objType, и, в случае обработки платформ, преобладающим цветом.

Таким образом, достигнута основная цель работы, заключающаяся в разработке и демонстрации языка дополненной виртуальности с помощью методов теории формальных языков и конечных автоматов на примере подсистемы генерации игровых уровней игрового приложения. Показана связь и применимость теории автоматов и формальных языков в общем контексте дополненной виртуальности для игровых приложений, а так же мультимедийных программ и их информационных систем. Очевидно, что реализация публичного сервиса, предоставляющего разработчикам казуальных игровых приложений возможность использовать технологию дополненной виртуальности, является актуальным решением существующей проблемы уникальности компьютерных игр.

ЛИТЕРАТУРА

1. Milgram P. Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. / P. Milgram, A. F. Kishino/IEICE Transactions on Information and Systems, Vol E77-D, No.12 December 1994. -P 1321–1329.
2. Simsarian K. T. Windows on the world: An example of augmented virtuality. / K. T. Simsarian, Kristian T. Akesson Karl-Petter// [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/2349157_Windows_on_the_World_An_example_of_Augmented. (дата обращения 05.04.2018)
3. Schmidt S. A Layer-based 3D Virtual Environment for Architectural Collaboration / S. Schmidt, G. Bruder, F. Steinicke // Proceedings of the EuroVR Conference — 2015 [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://basilic.informatik.uni-hamburg.de/Publications/2015/SBS15/eurovr2015.pdf>. (дата обращения 5.04.2018)
4. Микитчук А. А. Определение и цель дополненной виртуальности в контексте игровых приложений в жанре 2d-платформер. // «Научный диалог: молодой ученый» сборник научных трудов по материалам VII международной научной конференции (г. Самара, 22 июня 2017 г.). Самара: ЦНК МНИФ «Общественная наука», 2017. — С. 6–10.
5. Серебряков В. А. Теория и реализация языков программирования / В. А. Серебряков, М. П. Галочкин, Д. Р. Гончар, М. Г. Фуругян. — М.: МЗ-Пресс, 2006.
6. Гилл А. Введение в теорию конечных автоматов. М.: Наука, 1966.

© Микитчук Андрей Алексеевич (andrew1709@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УГЛОМ КРЕНА СРЕДНЕМАГИСТРАЛЬНОГО САМОЛЕТА С УПРУГИМ КРЫЛОМ ПО ВАРИАТИВНОМУ КРИТЕРИЮ

ANALYTICAL DESIGN OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF THE ROLL ANGLE OF THE MEDIUM- HAUL AIRCRAFT WITH AN ELASTIC WING ACCORDING TO THE VARIABLE CRITERION

**Nguyen Thanh Son
S. Ribnikov**

Summary. The analytic design of the automatic control system of the automatic control system with the angle of roll of the medium-haul aircraft taking into account the flexural nonrigidity of the wing is carried out, according to the variable criterion, the change in the parameter leads to a counter change in the speed of the system and energy consumption for control while maintaining the high quality of the transient processes.

Keywords: Analytical design, energy consumption, roll angle control, aeroelastic wing movements.

Нгуен Тхань Шон

Аспирант, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
thanhson0410@gmail.com

Рыбников Сергей Игорьевич

Д.т.н., профессор, Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)
ribnikov_si@mail.ru

Аннотация. Выполняется аналитическое конструирование (АКОР) системы автоматического управления (САУ) углом крена среднемагистрального самолета с учетом изгибной нежесткости крыла, по вариативному критерию, изменение параметра которого ведет к встречному изменению быстродействия системы и энергозатрат на управление при сохранении высокого качества переходных процессов.

Ключевые слова: аналитическое конструирование (АКОР), энергозатрат, управление углом крена, аэроупругие движения крыла.

Введение, постановка задачи

АКОР [1,2]—метод синтеза линейных САУ, оптимальных по интегральному аддитивному квадратичному критерию, при котором ограничения фазовых координат учитываются в процессе формирования критерия. Традиционно параметрический синтез САУ ЛА выполняется методами линейной теории управления на основе упрощенных математических моделей объекта управления и первичных законов управления [3,4], при необходимости — с учетом нежесткости конструкции ЛА [5]. АКОР на классической вариационной основе для задач средней сложности позволяет получить простые решения для определения алгоритмов управления и прозрачные соотношения между параметрами критерия оптимальности и свойствами САУ [6]. Основанное на их понимании варьирование энергетических членов критерия, т.е. применение многокритериального синтеза позволяет получить гамму алгоритмов управления, при использовании порождающих гамму переходных процессов в САУ, встречно различающихся быстродействием и энергоэкономичностью, при высоком их качестве [7].

Увеличение бортовых вычислительных ресурсов летательных аппаратов открывает перспективу применения АКОРа в качестве аппарата оперативного расчета алгоритмов управления в соответствии с текущими условиями и задачами полета, т.е. своеобразного метода адаптации к ним.

В настоящей работе рассматривается задача аналитического конструирования САУ углом крена гипотетического среднемагистрального самолета с существенно упругим крылом по вариативному критерию, изменение параметра которого ведет к встречному изменению быстродействия системы и энергозатрат на управление при сохранении высокого качества переходных процессов. Синтезируются варианты пропорционально-дифференциального и пропорционально-дифференциально-интегрального алгоритмов управления. Аэроупругие движения крыла, существенные для магистральных самолетов, учитываются, во-первых, при передаче управляющих воздействий от наружных элеронов к центроплану, во-вторых, при изменении поперечного V крыла, влияющего на поперечную устойчивость ЛА, вследствие изменения нормальной перегрузки. При декомпозиции

сложной САУ для ее модального синтеза в качестве внутренней системы может рассматриваться система демпфирования колебаний крыла [8], которое в этом случае при синтезе внешних систем может приниматься хорошо демпфированным.

При АКОРе САУ n -мерным вектором фазовых координат X , с одним управляющим воздействием u , с квадратной матрицей A коэффициентов внутренних связей и матрицей-столбцом B коэффициентов при управляющем воздействии, на основе математической модели расширенного объекта

$$dX/dt = AX + Bu, \quad (1)$$

определяется алгоритм управления

$$u = -KX, \quad (2)$$

минимизирующий функционал

$$J = \int_0^{\infty} (X^T QX + Ru^2) dt, \quad (3)$$

Расчетная математическая модель расширенного объекта управления

За основу математической модели расширенного объекта принята модель изолированного крена с дополнениями, вызванными особенностями работы САУ крена в комплексной САУ и динамикой упругого крыла при координированном развороте ЛА.

При построении модели предполагается, что управление креном совместным воздействием каналов элеронов и руля направления выполняется одновременно с парированием скольжения, также совместным воздействием этих каналов, взаимодействующие указанные системы управления угловыми движениями хорошо демпфированы и имеют одинаковое быстродействие, обеспеченное при их совместном синтезе. При этом эффективное влияние системы рулей на креновое движение несколько ниже, чем при автономном таком движении, что учитывается в расчетах понижающим коэффициентом $K_3 < 1$.

Для выполнения правильного разворота (с круговым горизонтальным движением самолета с постоянной скоростью) необходима дополнительная нормальная перегрузка, компенсирующая потери вертикальной составляющей подъемной силы крыла при крене,

$$\Delta n_{y \text{ задан}} = Y/mg - 1 = 1/\cos |\gamma| - 1 \approx \gamma^2 \quad (4)$$

Формирование дополнительной подъемной силы крыла достигается за счет увеличения его угла атаки,

сопровождается ростом силы лобового сопротивления. При этом для поддержания скорости полета требуется увеличивать силу тяги двигателей на величину

$$\Delta P = (\Delta n_{y \text{ задан}} / K) * m, \quad (5)$$

где K - аэродинамическое качество крыла, m - масса ЛА. Этим определяются косвенные энергозатраты на выполнение координированного разворота ЛА. В силу сказанного, снижение среднего уровня крена за допустимое время маневра экономично энергетически не только по прямым затратам, связанным с перемещением рулевых органов, но и по косвенным затратам.

Возможны два основных варианта воздействия системы управления углом крена на систему формирования дополнительной перегрузки: параллельный и последовательный. При предполагаемой ниже в расчетах параллельной связи одновременно с командой $\gamma_{\text{задан}}$ поступающей на первую систему, на вторую подается команда $\Delta n_{y \text{ задан}}(\gamma_{\text{задан}})$. При этом, при примерно одинаковых динамических характеристиках систем управления углом крена и нормальной избыточной перегрузкой, взаимосвязь переменных близка к статической: $\Delta n_{y \text{ Дпу}(\gamma)} = K_{\Delta n_{y \text{ Дпу}(\gamma)}} |\gamma|$. При последовательной связи сигналы заданной дополнительной перегрузки формируются в функции фактического значения угла крена, $\Delta n_{y \text{ задан}}(\gamma)$, при этом дополнительная перегрузка формируется с динамическим запаздыванием относительно угла крена, соответствующим передаточной функции САУ $\Delta n_{y \text{ Дпу}}$

Влияние продольного углового движения на креновое движение самолета с упругим крылом состоит также в том, что увеличение угла атаки и нормальной избыточной перегрузки самолета ведет к увеличению прогиба упругого крыла, увеличению V крыла и, следовательно, возникновению дополнительного запаса статической устойчивости самолета по крену с приведенным коэффициентом $K_y(\Delta n_{y \text{ Дпу}}(\gamma))$. При этом уравнения динамики крена приобретают вид:

$$(s + b_1) \omega_x + K_{\gamma} \gamma + b_3 K_3 \delta_3 = f_x; \quad (6)$$

$$-\omega_x + s\gamma = 0,$$

Здесь b_1 — приведенный коэффициент собственного аэродинамического демпфирования поперечных колебаний, b_3 — приведенный коэффициент эффективности управления элеронами, ω_x , γ — угловая скорость и угол крена, соответственно, δ_3 — компонента отклонения элеронов в рассматриваемом движении, f_x — приведенное возмущающее воздействие.

Рулевые приводы при математическом моделировании САУ рассматриваются как хорошо демпфированные

Таблица 1. Параметры законов управления и длительность переходных процессов в САУ γ со статическим автопилотом.

N	K_m	K(1)	K(2)	K(3)	K(4)	$T_{пп}$
1	0.5	-0.7027	-0.6516	0.4070	0.2490	6.1017
2	1	-0.8498	-0.9385	0.5757	0.2440	4.92
3	2	-1.0591	-1.3427	0.8675	0.2368	4.0555
4	10	-1.9973	-3.0381	2.3996	0.2336	3.1477
5	20	-2.7362	-4.3042	3.6531	0.2541	3.0123
6	30	-3.3122	-5.2750	4.6335	0.2767	2.9653
7	40	-3.8012	-6.0930	5.4663	0.2986	2.9414
8	50	-4.2338	-6.8136	6.2029	0.3193	2.9268

апериодические звенья второго порядка, с передаточными функциями по отношению к управляющему сигналу u_3

$$W_{рп} = \delta_3(s) / u_3(s) = K_{рп} \omega_{рп}^2 / (s^2 + 2 \omega_{рп} s + \omega_{рп}^2), \quad (7)$$

где $K_{рп}$, $\omega_{рп}$, $\zeta_{рп}$ — передаточный коэффициент, собственная частота недемпфированных колебаний и относительный коэффициент демпфирования привода. В расчетах принимается $K_{рп} = 1$, включая его сомножителем в общие передаточные числа каналов управления. При управлении креном с помощью наружных и внутренних элеронов в цепях передачи воздействий первых на центроплан находятся упругие полукрылья,

что приближенной учитывается последовательным включением в модель канала воздействия дополнительных колебательных звеньев с передаточной функцией крыла (для относительной ординаты деформации r)

$$W_{кр}(s) = \omega_{кр}^2 / (s^2 + 2\zeta_{кр} \omega_{кр} s + \omega_{кр}^2). \quad (8)$$

Тогда эффективное управляющее воздействие элеронов на ЛА приближенно представимо как

$$\delta_{эфф}(s) = [W_{кр}(s) * K_{наруж.} * K_{кручения} + K_{внутр.}] * \delta_3(s), \quad (9)$$

$$|\delta_3| < \delta_{3\max}$$

где $K_{наруж.}$ и $K_{внутр.}$ определяют часть управляющего момента, создаваемого наружными и внутренними элеронами, соответственно, при их совместной работе, $K_{кручения} < 1$ определяет уровень снижения момента наружного элерона за счет кручения полукрыла при передаче управляющего воздействия, $\delta_{3\max}$ — максимальное допустимое отклонение элерона.

АКОР САУγ СО СТАТИЧЕСКИМ АВТОПИЛОТОМ

При АКОРе САУγ, реализующей описанное выше управление со статическим автопилотом, определяются коэффициенты аддитивного алгоритма управления

$$u = - [K(1) K(2) K(3) K(4)] * [\omega_x (\gamma - \gamma_{заданн}) \delta_3 r]' \quad (10)$$

При синтезе хорошо демпфированные колебательные звенья принимаются апериодическими, при моделировании они рассматриваются полно. Варьируются (домножаются на коэффициент мощности K_m) весовые коэффициенты при наиболее значимых энергетически членах критерия γ и δ_3 , в функции K_m определяются коэффициенты алгоритма управления, вид переходных функций и быстродействие системы (длительность переходного процесса $T_{пп}$). В табл. 1 приведены коэффициенты закона управления и длительность переходных процессов в САУ γ при различных K_m , на рис. 1 и 2 эти зависимости отображены графически. На рис. 3 и 4 приведены переходные процессы по углу крена и отклонению элеронов при отработке заданного значения угла крена в 30° γ при различных K_m . Наряду с проиллюстрированными решениями, выполнено математическое моделирование синтезированных САУ с введением ограничителей отклонения элеронов. Учет изгибной упругости крыла при синтезе и анализе системы автоматического управления углом крена вносит в систему статические ошибки и рост колебательности, ограничения отклонения элеронов на уровне 20° и 15° внесли в переходные процессы замедление в пределах 10%, незначительно сгладив их.

Введенный вариативный параметр критерия оптимальности является эффективным встречным воздействием на быстродействие и энергозатратность пере-

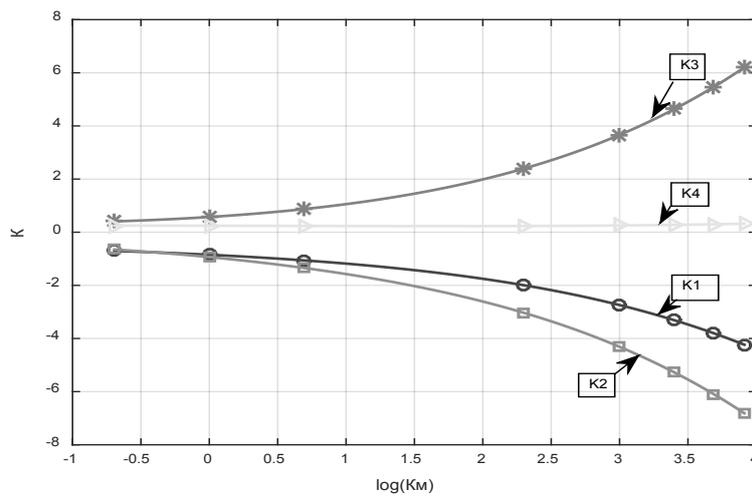


Рис. 1. Зависимости параметров законов управления САУ γ со статическим автопилотом от K_M

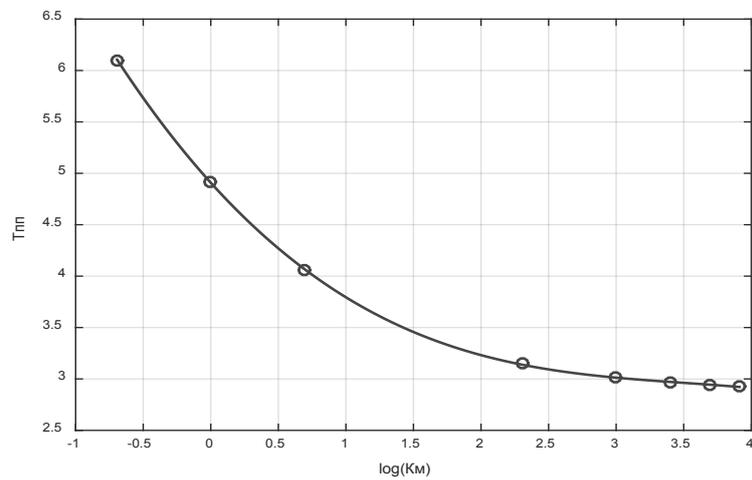


Рис. 2. Зависимости времени переходного процесса $T_{пп}$ в САУ γ со статическим автопилотом от K_M

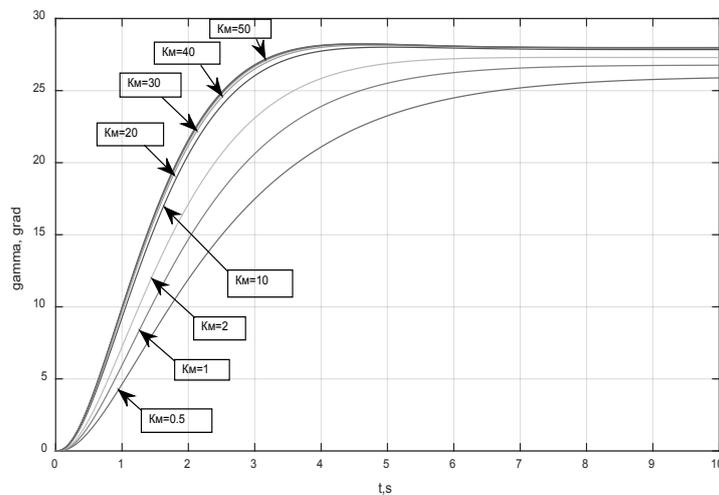


Рис. 3 Переходные процессы по углу крена самолета в САУ γ со статическим автопилотом при различных значениях K_M

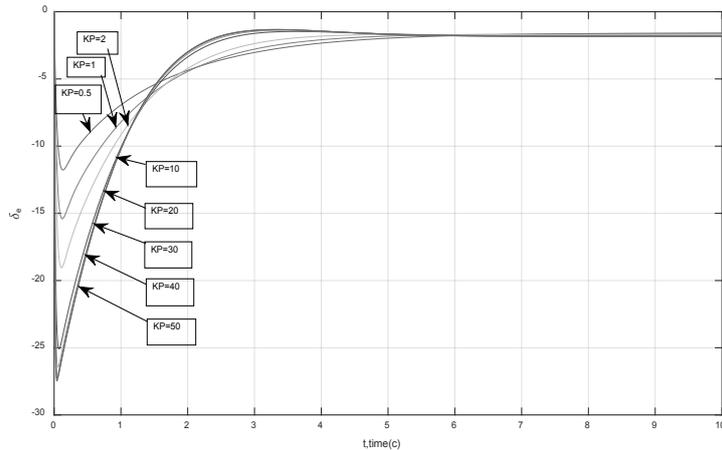


Рис. 4. Переходные процессы по отклонению элеронов в САУ γ со статическим автопилотом при различных значениях K_M

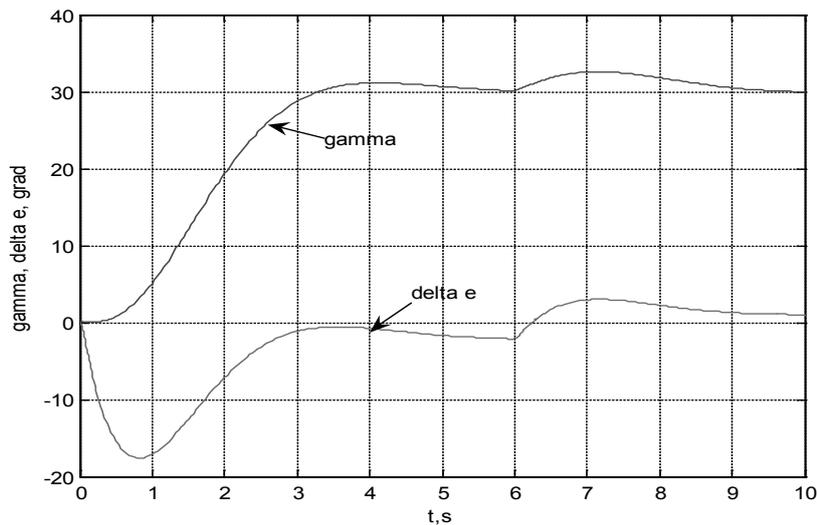


Рис. 5. Переходные процессы в САУ γ с астатическим автопилотом при $\gamma_{заданн} = 30^\circ$ и ступенчатом возмущающем воздействии, при учете упругости демпфированного крыла.

ходных процессов при сохранении их высокого качества во всем рабочем диапазоне значений. Его рост сопровождается снижением статических ошибок управления, тем не менее астатическое управление актуально

**АКОР САУ γ
с астатическим автопилотом**

При АКОРе САУ γ , реализующей описанное выше управление с астатическим автопилотом, определяются коэффициенты аддитивного алгоритма управления

$$u = -[K(1) K(2) K(3) K(4) K(5)]^*$$

$$[\omega_x \gamma \delta_3 r \gamma_i = \int_0^t (\gamma - \gamma_{заданн}) dt] \quad (11)$$

Введение интеграла по отклонению угла крена от заданного значения ведет к снижению (теоретически, в линейном приближении — к устранению) статической ошибки управления и, сглаживая управляющий сигнал, снижает броски отклонения элеронов и изгиба крыла. При этом выбором ограничений фазовых координат и получением соответствующих им передаточных чисел автопилота удается сохранить сочетание высокого и управляемого быстродействия системы при сохранении высокого качества переходных процессов. Характер переходных процессов в САУ с астатическим автопилотом, с учетом

Таблица 2. Параметры законов управления и длительность переходных процессов в САУ γ со статическим автопилотом.

N	KP	K(1)	K(2)	K(3)	K(4)	K(5)	T _{пп}
1	0.5	-1.4913	-2.3278	0.6382	0.2730	-0.7071	6.8451
2	1	-1.6823	-2.7866	0.6768	0.2804	-1.0000	5.6412
3	2	-1.9308	-3.4008	0.7453	0.2890	-1.4142	4.6718
4	10	-2.9121	-5.8623	1.1853	0.3189	-3.1623	3.4096
5	20	-3.6674	-7.7135	1.6228	0.3440	-4.4721	3.1376
6	30	-4.2677	-9.1570	1.9943	0.3666	-5.4772	3.0283
7	40	-4.7853	-10.3879	2.3231	0.3878	-6.3246	2.9685
8	50	-5.2484	-11.4810	2.6214	0.4079	-7.0711	2.9306

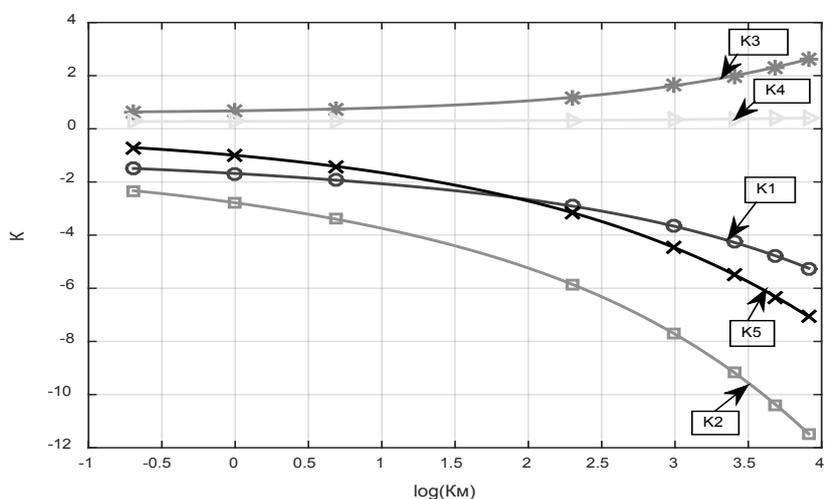


Рис. 6. Зависимости параметров законов управления САУ γ с астатическим автопилотом от K_m

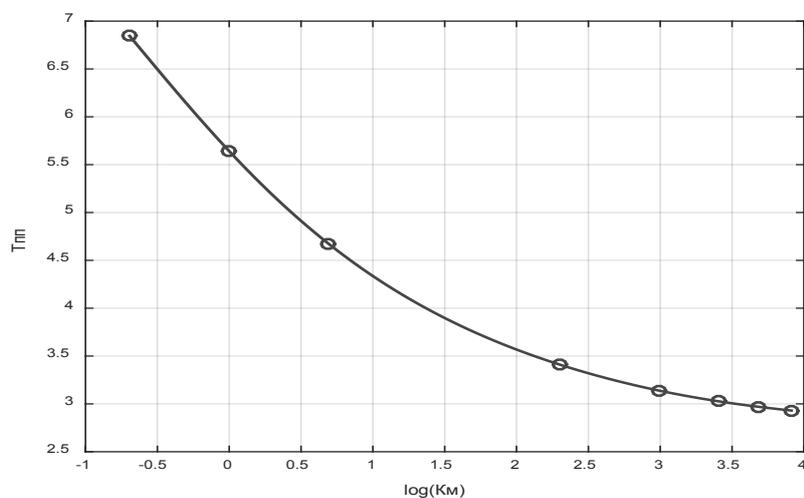


Рис. 7. Зависимости времени переходного процесса $T_{пп}$ в САУ γ с астатическим автопилотом от K_m

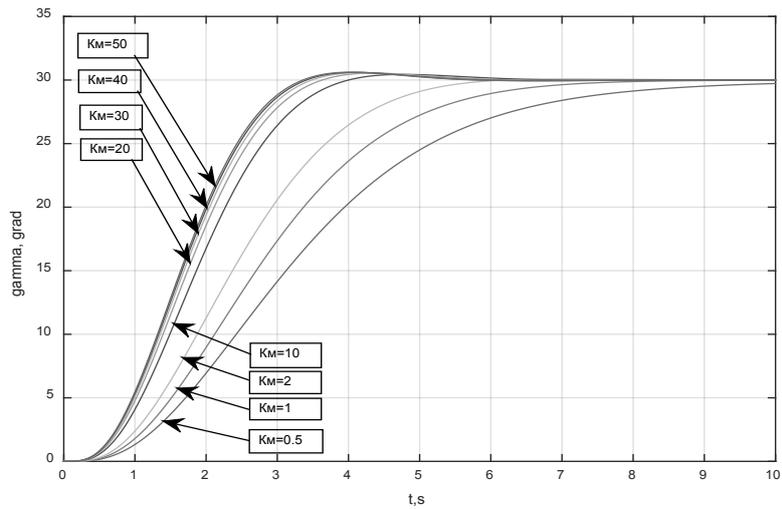


Рис. 8. Переходные процессы по углу крена самолета в САУ γ с астатическим автопилотом при различных значениях K_M

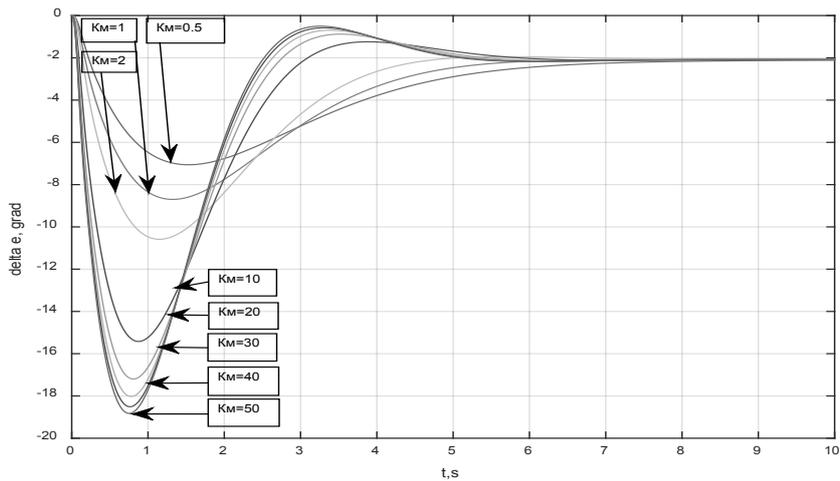


Рис. 9. Переходные процессы по отклонению элеронов в САУ γ с астатическим автопилотом при различных значениях K_M

упругости крыла, при ступенчатых управляющем и возмущающем воздействиях иллюстрируется рис. 5.

При АКОРе астатической системы вариативные весовые коэффициенты критерия приняты следующими: $d_{\gamma, \delta \epsilon} = 1 + 0.2 * K_M, d_{\gamma_i} = K_M$. Полученные при этом коэффициенты алгоритма управления показаны в табл. 2 и на графике рис. 7, длительность переходных процессов показана в табл. и на рис. 8, переходные процессы по углу крена и отклонению элеронов показаны на рис. 8 и 9. Здесь, наряду с устранением статической ошибки, сохраняется высокое качество процессов управления и управляемость их характеристик вариативным параметром критерия оптимальности.

Заключение

Упругость крыла вносит в систему управления углом крена самолета дополнительное самовыравнивание и, при управлении углом крена с помощью наружных элеронов, дополнительное запаздывание в тракте управления.

АКОР с введенным вариативным параметром критерия оптимальности системы управления позволяет обеспечить получение эффективно управляемых им динамических характеристик системы при высоком качестве процессов управления, что может служить основой оперативной адаптации системы к изменяющимся текущим требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Летов А. М. Аналитическое конструирование регуляторов. Ч. I, II, III — Автоматика и телемеханика, 1960, т. XXI, № 4, с. 436–441; № 5, с. 561–568; № 6, с. 661–665.
2. Красовский А. А. Аналитическое конструирование контуров управления летательными аппаратами. — М.: Машиностроение, 1969—240 с.
3. Ефремов А. В., Захарченко В. Ф., Овчаренко В. Н. и др., под ред. Г. С. Бюшгенса. Динамика полета. — М.: Машиностроение, 2011. — 776 с., ил.
4. Гуськов Ю. П., Загайнов Г. И., под ред. Г. В. Александрова. Управление полетом самолетов — М.: Машиностроение. 1992. — 213 с., ил.
5. Введение в аэроавтотупругость. Белоцерковский С. М., Кочетков Ю. А., Красовский А. А., Новицкий В. В. — М.: Наука, 1980. — 384 с., ил.
6. Рыбников С. И. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов на основе уравнения Эйлера-Пуассона. М.: Изд. МАИ, 1993. — 28 с., ил.
7. Рыбников С. И., Хоанг Минь Дак. Аналитическое конструирование законов управления продольным короткопериодическим движением самолета, оптимальных по модифицированному многовариантному критерию обобщенной работы. Вестник Московского авиационного института, 2008, т. 15, № 3, с. 154–164.
8. Рыбников С. И., Нгуен Т. Ш. Аналитическое конструирование системы демпфирования изгибных аэроупругих колебаний крыла самолета, Труды Московского авиационного института, М.: МАИ, 2017, № 95, с.

© Нгуен Тхань Шон (thanhson0410@gmail.com), Рыбников Сергей Игорьевич (ribnhikov_si@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский авиационный институт

О СТРУКТУРЕ И КРИТЕРИЯХ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

ON THE STRUCTURE AND EFFICIENCY CRITERIA IN INFORMATION SYSTEM

A. Nikitenko

Summary. The article is devoted to the study of the composition, structural relations of the main elements of the information system, functional links between them, as well as criteria for the effectiveness of such a system. As a result of the analysis of scientific sources the variant of structuring of information system on elements of task and technological blocks is presented. Conditionally presents the relationship between these components. As an example of a possible organization of the information system, a description of the user authentication system according to the Schnorr scheme is given.

Keywords: information system, structure, performance criteria, Schnorr scheme.

Никитенко Андрей Владимирович

*К.п.н., доцент, Ярославский государственный
технический университет
rabota2142@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена изучению состава, структурных соотношений основных элементов информационной системы, функциональных связей между ними, а также критериев эффективности такой системы. В результате анализа научных источников представлен вариант структурирования информационной системы по элементам задачного и технологического блоков. Условно представлены взаимосвязи между данными составляющими. В качестве примера возможной организации информационной системы приведено описание системы аутентификации пользователя по схеме Шнора.

Ключевые слова: информационная система, структура, критерии эффективности, схема Шнора.

На современном этапе развития науки изучение любого процесса или явления производится с использованием системного подхода. Его сущность заключается в том, что объекты рассматриваются под углом зрения внешних и внутренних свойств и связей, которые обуславливают единство и целостность объекта, его устойчивую внутреннюю организацию и функционирование как определенного целого. При этом учитываются их многомерность и иерархичность, когда целостный объект наряду с другими рассматриваются как часть или элемент целого более высокого порядка. Таким образом, реализуется комплексное изучение объектов.

С развитием информационных технологий все более широкое распространение получает понятие «информационная система», которое в зависимости от контекста интерпретируется по-разному. Исследуем некоторые трактовки и особенности данного явления с точки зрения образующего конструкта — слова «система».

Согласно Толковому словарю русского языка под системой понимается «нечто целое, представляющее собой единство закономерно расположенных и находящихся во взаимной связи частей» [3, с. 719]. С точки зрения философии, система представляет «совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство» [2, с. 552]. При этом выделяются следующие основные системные принципы:

- ◆ целостности (под которой понимается зависимость каждого компонента, отношения и свойства системы от его функций, места внутри целого; а также принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих ее элементов и выводимость из последних свойств целого);
- ◆ структурности (возможность через установление структуры системы описания ее свойств, т.е. совокупности связей и отношений ее элементов; а также обусловленность поведения системы не столько поведением ее отдельных элементов, сколько свойствами ее структуры);
- ◆ взаимозависимости системы и среды (система, являясь ведущим активным компонентом взаимодействия, формирует и проявляет свои свойства непосредственно в процессе взаимодействия со средой);
- ◆ иерархичности (рассматриваемая система может быть описана как один из элементов более широкой системы, но в то же время каждый компонент изучаемой системы, в свою очередь, может быть представлен как особая отдельная система со своими уникальными свойствами и отношениями структурных составляющих);
- ◆ множественности описания каждой системы (поскольку каждая система может быть представлена бесконечно сложным объектом, то для ее достаточного познания требуется построить набор различных вариантов моделей, каждая из кото-

рых отражает только одну определенную грань или свойство такой системы).

В системном анализе система понимается как средство достижения цели, при этом выделяются основные особенности систем: целостность, относительная обособленность от окружающей среды, наличие связей со средой, наличие частей и связей между ними (структурированность), подчиненность всей организации системы некоторой цели [4, с. 359].

Таким образом, все процитированные описания близки в понимании системы как определенной целостности, состоящей из совокупности частей (элементов, компонентов), находящихся в связях друг с другом и средой. Выделим также положения о возможности описания системы через установление ее структуры, т.е. сети связей и отношений, а также о подчиненности всей организации системы некоторой цели. Опираясь на данные заключения, опишем структуру и некоторые особенности информационных систем (далее ИС).

Согласно Федеральному закону Российской Федерации об информации, информационных технологиях и о защите информации, ИС представляет собой совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств. Таким образом, к структурным компонентам ИС отнесем: базу данных, в которой содержится информация, информационные технологии и технические средства для ее обработки. В данном случае под информационными технологиями Федеральный закон понимает процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов.

В глоссарии по информационному обществу уточняется, что ИС включает вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение, данные и метаданные, лингвистические средства, а также системный персонал, и обеспечивает поддержку информационной модели некоторой части реального мира для удовлетворения информационных потребностей пользователей [1, с. 59]. В данной трактовке вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение, лингвистические средства отнесем к техническим средствам обработки информации, а данные и метаданные — к базе данных в терминах Федерального закона Российской Федерации об информации, информационных технологиях и о защите информации. Однако, системный персонал выделим отдельным элементом ИС. Отметим также то, что в глоссарии указана возможная цель, которой подчиняется вся организация системы — это «удовлетворение информационных по-

требностей пользователей». При этом самих пользователей будем рассматривать как один из элементов ИС, т.к. пользователи, взаимодействуя с каждым другим элементом ИС, способны их менять, например, редактируя базу данных, обрабатывая и распространяя информацию из нее. Кроме того, корректируя свои информационные потребности, пользователи ИС способны изменить всю ее организацию. Поэтому пользователей ИС будем рассматривать основополагающим компонентом, под который строится вся система. Как было сказано выше, пользователи способны корректировать цель ИС, поэтому данный элемент расположим на втором месте иерархии всей системы. В свою очередь цель ИС, взаимодействуя с остальными элементами системы, оказывает первостепенное влияние на информацию, хранящуюся в базе данных.

Отметим, что в структуре ИС, как и любой другой системы, выделяются два исходных понятия научной теории: ее задачи и технологии их решения. Поэтому условно структурируем первые три элемента ИС (пользователи, цель, база данных) в задачный блок (в нем генерируется задача всей системы).

Каждая задача блока разрешается с помощью адекватной технологии, организуемой в технологическом блоке ИС, целостность которого обеспечивается взаимосвязанной разработкой и использованием трех оставшихся элементов системы: системного персонала, технических средств обработки информации и соответствующими информационными технологиями. В частности, для достижения цели ИС системный персонал с помощью технических средств производит поиск, сбор, хранение, обработку, предоставление и распространение информации в базе данных.

При определении структуры любой сложной системы одним из важнейших этапов является также выделение и описание критериев эффективности ее работы. При этом отметим, что эффективность информационных систем является во многом комплексной характеристикой совокупности нескольких показателей. К таким показателям можно отнести набор технических, эксплуатационных, экономических и других условий, что в совокупности требует постоянного совершенствования не только отдельных показателей, но и возможностей по оцениванию эффективности ИС как единого объекта. Вместе с тем решение задач по оценке эффективности и прогнозирования ИС связано с развитием и повышением качества средств и методов по обработке информации, координации работы сложных объектов и организации поддержки принятия решений. Суть такой проблемы заключается в совершенствовании известных, а также создании и внедрении инновационных методов системного анализа. Так в экономической трак-

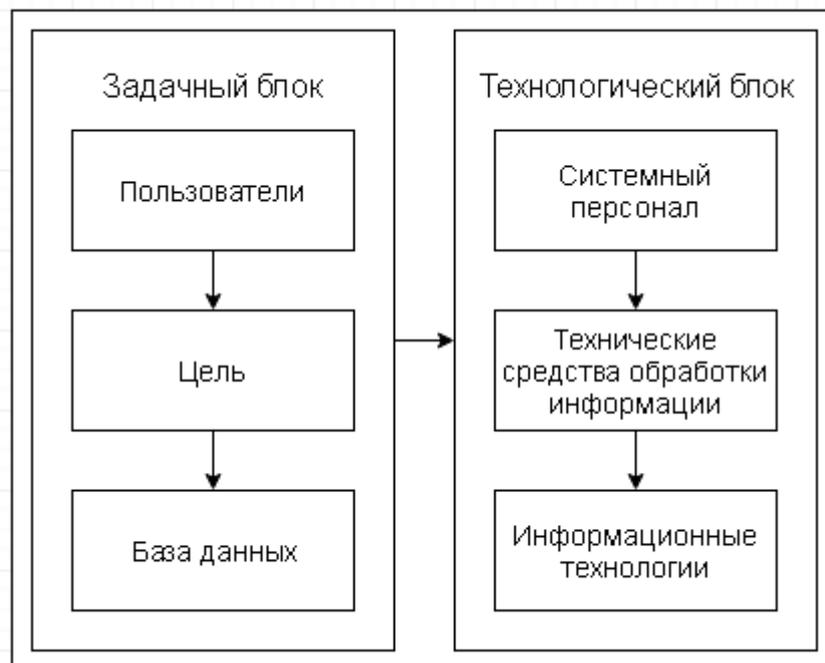


Рис. 1. Структура информационной системы.

Этап 1. Генерация ключей (выполняет А).

№	Описание операции	Пример
1	Выбираются два простых числа p и q такие, что $(p - 1) \bmod q = 0$.	$p = 23, q = 11$
2	Выбирается секретный ключ $x \in \{1, \dots, q-1\}$.	$x=3$
3	Выбирается g такое, что $g^q \bmod p = 1$.	$g=3$ $3^{11} \bmod 23 = 1$
4	Вычисляется открытый ключ y такой, что $(g^x * y) \bmod p = 1$.	$y=6$ $(3^3 * 6) \bmod 23 = 162 \bmod 23 = 1$
5	Публикация открытого ключа y .	

Этап 2. Аутентификация.

№	Описание операции	Пример
1	А выбирает случайное число $k \in \{1, \dots, q-1\}$, вычисляет $r = g^k \bmod p$ и посылает r Б.	$k = 6$ $r = 3^6 \bmod 23 = 16$
2	Б выбирает случайное число $e \in \{0, \dots, 2^t-1\}$, где t — некоторый параметр, и посылает e А.	$e=4$
3	А вычисляет $s = (k + x * e) \bmod q$ и посылает s Б.	$s = (6 + 3 * 4) \bmod 11 = 7$
4	Б проверяет соотношение $r = (g^s * y^e) \bmod p$ и, если оно выполняется, принимает доказательство, в противном случае — отвергает.	$16 = (3^7 * 6^4) \bmod 23 = 16$

```

enter prime number p
23
enter prime number q
11
number x= 3
enter number g
3
public key y equals to 6
k=6
A send r16
enter number e
4
B send e
A send s7
OK
    
```

Рис. 2. Пример работы системы аутентификации по схеме Шнорра.

товке проблеме оценки эффективности действий системы можно интерпретировать как задачу оптимизации использования средств, направляемых на бесперебойное функционирование и развитие ИС. При этом задача может быть поставлена следующим образом: выявить такой оптимальный объем информации, используемой в процессе принятия решений, который обеспечивает соответствующий уровень качества принимаемых решений, но также минимизирует затраты на его обеспечение.

Таким образом, для анализа продуктивности ИС нужно оценить ее влияние на уровень удовлетворения информационных потребностей пользователей и качество принимаемых решений. Опыт внедрения и сопровождения информационных систем показывает, что можно выделить следующие принципы выбора критериев эффективности работы информационной системы. Это принципы: сбалансированности объема информации, требуемой для качественного принятия решений с объемами информации, которые способна переработать система; взаимосвязанного изучения совокупности показателей эффективности и качества информационных процессов; обоснованности стоимости, временных и других ресурсов в контексте решения каждой функциональной задачи системы; эффективного распределения затрат между компонентами системы.

Таким образом, определены состав и структурные соотношения основных элементов ИС, а также функциональные связи между ними (рис. 1). По нашему мнению, в описании такой структуры содержится полная информация о любых информационных системах, достаточная для анализа сущности системы, сравнения различных

ИС между собой, а также для их проектирования, прогнозирования их развития и экспериментального исследования.

Далее приведем вариант организации информационной системы на примере системы аутентификации пользователя по схеме Шнора [5]. Присутствуют 2 участника А и Б. Все расчёты по генерации ключей проводит участник А. Для начала выбираются два простых числа p и q такие, что $(p-1) \bmod q = 0$. Затем выбирается секретный ключ $x \in \{1, \dots, q-1\}$. После этого выбираем g такое, что $gq \bmod p = 1$. Далее вычисляем открытый ключ y такой, что $(gx * y) \bmod p = 1$ и публикуем его. На этом этап генерации ключей завершен. Аутентификация начинается с выбора участником А числа $k \in \{1, \dots, q-1\}$ и расчёта $r = gk \bmod p$, которое посылается Б. Б выбирает случайное число e и отправляется его А. А вычисляет $s = (k + x * e) \bmod q$ и посылает s Б. Б проверяет соотношение $r = (gs * ye) \bmod p$ и, если оно выполняется, принимает доказательство, в противном случае — отвергает.

Вся работа может быть разбита непосредственно на 2 этапа.

Появившееся в последней строке слово «ОК» свидетельствует об успешности аутентификации пользователя.

Таким образом, описаны состав, структурные соотношения основных элементов информационной системы, функциональные связи между ними, критерии эффективности такой системы, а также приведем вариант организации информационной системы на примере системы аутентификации пользователя по схеме Шнора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глоссарий по информационному обществу / Под общ. ред. Ю. Е. Хохлова. — М.: Институт развития информационного общества, 2009. — 160 с.
2. Новая философская энциклопедия / Ин-т философии РАН, Нац. общ.-научн. фонд. — М.: Мысль, 2010.
3. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка. Российская академия наук. Институт русского языка им. В. В. Виноградова. — 4-е изд., дополненное / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. — М.: Азбуковник, 1997. — 944 с.
4. Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. — М.: Высшая школа, 1989. — 364 с.
5. Schnorr C. P. Efficient Signature Generation by Smart Cards. — J. Cryptology, 1991. — С. 161–174.

© Никитенко Андрей Владимирович (rabota2142@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЁМА ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ КОМПЬЮТЕРА ПРИ НАСЛЕДОВАНИИ КЛАССОВ В ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОМ ПРОГРАММИРОВАНИИ

INCREASE OF THE AMOUNT OF RAM USED BY CLASS INHERITANCE IN OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING

P. Novikov

Summary. The paper deals with the way to investigate by library function 'system' the amount of RAM used in Borland C++. The research shows that the accuracy of functioning 'system' is 1 Kb. Experimentally shown that the addition of classes in inheritance hierarchy increases the amount of RAM used. There is also the established coincidence of the research results given in the paper with the results of the other researches in Microsoft Visual Studio 98 based on analysis of physical addresses of the objects' components. The impossibility of reducing the researched amount of RAM used by overriding methods, by virtual methods and by using private access to the components of classes is under discussion in the paper.

Keywords: Class inheritance, amount of RAM used, inheritance hierarchy, override, virtual, private access.

Новиков Павел Владимирович

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

Аннотация. В статье рассмотрен способ исследования затрат оперативной памяти в среде Borland C++ с помощью библиотечной функции system. Показано, что точность работы функции system равна 1 Кбайт. Экспериментально доказано, что за счёт увеличения количества классов в иерархии наследования растут затраты оперативной памяти. Установлено совпадение результатов исследований в настоящей статье с результатами альтернативных исследований в среде Microsoft Visual Studio 98 на основе анализа физических адресов компонентов объектов. Обсуждается невозможность сэкономить исследованные затраты оперативной памяти с помощью переопределения методов, виртуальности методов, а также с помощью закрытия доступа к компонентам классов.

Ключевые слова: Наследование классов, объём используемой оперативной памяти, иерархия наследования, переопределение, виртуальный, закрытый доступ.

В настоящей статье приведены результаты исследований по использованию оперативной памяти объектно-ориентированных программой. Несмотря на известный ответ на вопрос о влиянии наследования классов на рост используемой оперативной памяти (см., например, [1–2]), и по сию пору среди широкого круга начинающих программистов отсутствует единое мнение по этому вопросу, а часто имеет место ложная убеждённость о том, что наследование имеет только положительное влияние на программу без каких-либо возможных отрицательных последствий. Поводом к проведению самостоятельных исследований стал спор автора со студентами по этому вопросу. Важной особенностью исследований, результаты которых представлены в настоящей статье, является возможность без труда воспроизвести их любому читателю.

Вышеназванные исследования были проведены на персональном компьютере с операционной системой Microsoft Windows XP Professional SP2, в среде разработки Borland C++ 3.1. Для получения информации об объёме использованной программой оперативной памяти применялась встроенная функция system(...) из библиотеки stdlib.h [3–4]. Синтаксис вызываемой функции **system** в среде Borland C++ 3.1 следующий:

```
system(«mem /c >> c:\\Temp\\test.txt»);
```

Здесь строка «mem /c >> c:\\Temp\\test.txt» передаётся операционной среде для выполнения. При этом команда «**mem /c ...**» в начале строки требует сформировать текстовый файл с информацией об объёме и структуре оперативной памяти, использованной вызывающей программой, а команда в конце этой строки «... >> **c:\\Temp\\test.txt**» задаёт адрес, куда следует поместить этот текстовый файл. В данном случае текстовый файл предлагается назвать test.txt и поместить на диск C: в папку Temp.

Команда (функция) **system** известна программистам, но имеет ограниченное использование. Это происходит из-за того, что, с одной стороны, названная функция **system** выдаёт информацию об используемой оперативной памяти с высокой точностью (до одного байта), а, с другой стороны, эта же функция **system** реагирует на изменение объёма используемой программой оперативной памяти только тогда, когда это изменение превышает один килобайт.

В Примере 1 приведён текст простейшей объектно-ориентированной программы, демонстрирующий класс

с одним полем данных и с конструктором «по умолчанию», задающим это поле данных. На основе этого класса создан единственный объект, после чего вызывается библиотечная функция `system`:

```
#include <stdlib.h>
class A {char a; public: A(){a=1;}};
void main() {A a;
system(«mem /c >> c:\\Temp\\test_op1.txt»);};
```

Пример 1. Программа, использующая один «пустой» класс и один объект класса

Результат работы функции `system` в этом примере — текстовый файл в Примере 2.

Подчёркнутая и выделенная жирным шрифтом строка в файле `test_op1.txt`, начинающаяся именем **TST_OP1**, содержит информацию об объёме оперативной памяти, затраченной во время выполнения программы из Примера 1. Видно, что размер затраченной оперативной памяти выводится в байтах и (округлённо) в килобайтах. Следует предположить, что с точностью до байта возможно обнаружить различие в затратах оперативной памяти разными программами. Однако следует обратить особое внимание на то, что обнаружить различие в затратах оперативной памяти двумя разными программами возможно лишь тогда, когда это различие достигает размера в 1 килобайт. Этот тезис подтверждают многочисленные эксперименты, в том числе Пример 3.

Обычная память:

Имя Размер (десятичный) Размер (Hex)

MSDOS11952 (11.7K) 2EB0

KBD3296 (3.2K) CE0

HIMEM 1248 (1.2K) 4E0

COMMAND3984 (3.9K) F90

dpmload 36144 (35.3K) 8D30

DOSX 34720 (33.9K) 87A0

BC483664 (472.3K) 76150

KB166096 (6.0K) 17D0

TST_OP114208 (13.9K) 3780

COMMAND4640 (4.5K) 1220

СВОБОДНО 16 (0.0K) 10

СВОБОДНО 128 (0.1K) 80

СВОБОДНО 54784 (53.5K) D600

Всего СВОБОДНО: 54928 (53.6K)

Верхняя память:

Имя Размер (десятичный) Размер (Hex)

SYSTEM 229360 (224.0K) 37FF0

DOSX 128 (0.1K) 80

MOUSE12528 (12.2K) 30F0

MSCDEXNT 464 (0.5K) 1D0

REDIR2672 (2.6K) A70

СВОБОДНО 864 (0.8K) 360

СВОБОДНО 35056 (34.2K) 88F0

СВОБОДНО 46448 (45.4K) B570

Всего СВОБОДНО: 82368 (80.4K)

Всего доступно программам (обычной + верхней памяти): 137296 (134.1K)

Максимальный размер программы: 53888 (52.6K)

Максимальный размер блока верхней памяти: 46448 (45.4K)

1048576 байт — всего непрерывной дополнительной памяти

0 байт — доступно непрерывной дополнительной памяти

941056 байт — доступной памяти XMS

резидентная часть MS-DOS загружена в сегмент HMA

Пример 2. Файл `test_op1.txt`. Выходные данные о распределении оперативной

памяти компьютера, используемой при работе программы из Примера 1

```
#include <stdlib.h>
```

```
void main() {system(«mem /c >> c:\\Temp\\test_op0.txt»);};
```

Пример 3. Простейшая программа, вызывающая `system`.

Объём оперативной памяти, используемый этой программой (Пример 3), согласно полученным результатам, оказывается также равен 14208 байт (13,9 К), как и у программы из Примера 1. (Текстовые файлы, аналогичные файлу из Примера 2, далее в тексте статьи не приводятся, чтобы уменьшить объём статьи. Их легко получить для подтверждения изложенных результатов при самостоятельном моделировании.) Хотя программы в примерах 1 и 3 не совпадают (в Примере 1 есть один непустой класс и создан один объект, чего нет в Примере 3), данные о затратах оперативной памяти совпадают. Такие же результаты получены для иерархии из вышеназванного класса-предка А и его класса-наследника В, также имеющего одно поле и конструктор. Если у такой иерархии создать один объект (экземпляр класса В), то, согласно данным из файла-отчёта, снова требуется только 13,9 К (14208 байт), как и в программах из Примера 1 и Примера 3.

В то же время наличие иерархии наследования из трёх простейших классов А, В и С с конструкторами «по умолчанию», где класс А — предок класса В, а класс В — предок класса С (Пример 4), приводит к результату в 14,9 К (15232 байт).

Такой же объём в 14,9К требует программа с количеством аналогичных классов в иерархии от четырёх

до 17-и. Если же количество таких классов в иерархии наследования увеличить сразу до восемнадцати (см. Пример 5), то используемый программой объём оперативной памяти возрастёт до 15,9К (16256 байт). Когда количество таких классов в иерархии достигает 33-х, то объём оперативной памяти, используемый программой, возрастёт до — 17280 байт (16,9 К). Иерархия наследования с числом таких классов от 19-и до 32-х выдаст 15,9К.

```
#include <stdlib.h>
class A {char a; public: A(){a=1;}};
class B: public A {char b; public: B(){b=2;}};
class C: public B {char c; public: C(){c=3;}};
void main() {C c;
    system(«mem /c >> c:\\Temp\\test_op2.
    txt»);};
```

Пример 4. Программа, использующая иерархию наследования трёх классов

и один объект — экземпляр младшего класса-наследника.

```
#include <stdlib.h>
class A{char a; public: A(){a=1;}};
class B: public A{char b; public: B(){b=2;}};
..... // всего 18 классов иерархии наследования

class R: public Q{char r; public: R(){r=18}};
void main() {R obj;
    system(«mem /c >> c:\\Temp\\tst_op3.
    txt»);};
```

Пример 5. Программа, использующая иерархию наследования из восемнадцати

классов и один объект — экземпляр младшего класса-наследника

Результаты, приведённые в примерах 1–5, показывают, что информация об используемой программой оперативной памяти, представляемая в текстовом файле при использовании команды **system**, меняется, очевидно, с минимальным шагом в 1 килобайт. Именно поэтому дальнейшая информация об используемом объёме оперативной памяти будет приводиться в килобайтах, а не в байтах.

Также на основании результатов из примеров 1–5 справедливо сделать однозначный вывод, что наследование классов приводит к увеличению объёма оперативной памяти, используемой объектно-ориентированной программой.

Важно заметить, что все классы в рассматриваемых примерах имеют закрытые по умолчанию поля данных, к которым нет доступа при наследовании. Однако, как показали эксперименты, если эти поля сделать открытыми, то результаты не изменятся. Это означает, что при наследовании копируются как открытые, так и защищённые компоненты классов-предков. Такие выводы совпадают с выводами статьи «Исследование распределения памяти компьютера при объектно-ориентированном программировании» (авторы — Далека В.Д., Вдовиченко С.С.): «Простое наследование (как открытое, так и закрытое) приводит к копированию всех открытых, закрытых и защищённых данных базового класса в производный класс. Таким образом, размер объекта производного класса определяется суммарным размером данных — членом базового и этого производного класса.» ... «Многоуровневое наследование приводит к копированию всех открытых, закрытых и защищённых данных из базовых классов в производный класс. При этом наследовании копирование данных производится последовательно, начиная от базового класса до производного через промежуточные, добавляя к данным-членам каждого предыдущего класса данные последующего.» ([2], с. 51–52, п. 4–5).

Авторы статьи [2] использовали другой инструмент исследования. Работая с той же операционной системой Microsoft Windows XP Professional SP2, но со средой разработки Microsoft Visual Studio 98, они изучали шестнадцатеричные коды адресов отдельных компонент объектов («данных-членов» объектов, как их называют в С++ [2–5]). На основании анализа последовательности физических адресов оперативной памяти авторы [2] сделали выводы, совпавшие с выводами настоящей статьи. Одинаковые результаты, полученные разными способами на разных средах разработки, ещё раз подтверждают истинность и общность выводов этой статьи.

Если немного усложнить наследуемые классы, добавив в них по одному методу, изменяющему значение единственного поля данных, то можно получить новые результаты к уже полученным. Далее программах (см. примеры 6–9) введение наследования классов ведёт к увеличению размера используемой программой оперативной памяти с 13,9 К до 15,9 К. Этот размер может быть таким:

a1) 13,9 К (Пример 6), когда представленные в примере 16 классов не связаны в иерархии наследования, один из этих классов имеет свой экземпляр (объект) и этот объект вызывает единственный метод своего класса (не конструктор).

b1) 14,9 К (Пример 7), когда все эти 16 классов объединены в иерархию наследования, и последний в иерар-

хий класс (последний наследник) имеет свой экземпляр (объект), а этот объект последнего наследника вызывает свой единственный метод.

В другом случае размер используемой оперативной памяти меняется так:

а2) 14,9 К (Пример 8), когда представленные в примере 16 классов не связаны в иерархии наследования, но каждый класс имеет свой экземпляр (объект) и объект одного из классов вызывает свой единственный метод (не конструктор).

```
#include <stdlib.h>
class A{public: char a; A(){a=1;}; void pa(char na)
{a=na;};};
class B{public: char b; B(){b=2;}; void pb(char nb)
{b=nb;};};
..... // всего 16 независимых классов .....
class P{public: char p; P(){p=16;}; void pp(char np)
{p=np;};};
void main() {P p; p.pp(32);
system(«mem /c >> c:\Temp\tst_op4.
txt»);};
```

Пример 6. Шестнадцать классов без наследования, один объект одного класса

```
#include <stdlib.h>
class A {public: char a; A(){a=1;}; void pa(char na)
{a=na;};};
class B: public A {public: char b; B(){b=2;}; void
pb(char nb){b=nb;};};
..... // всего 16 классов в иерархии насле-
дования
class P: public O {public: char p; P(){p=16;}; void
pp(char np){p=np;};};
void main(){P p;
p.pp(32);
system(«mem /c >> c:\Temp\tst_op5.txt»);};
```

Пример 7. Шестнадцать классов с наследованием. Объект у младшего наследника

б2) 15,9 К (Пример 9), когда вышеназванные 16 классов объединены в иерархию наследования, и каждый имеет свой экземпляр (объект), а объект последнего класса-наследника вызывает свой единственный метод (не конструктор).

```
#include <stdlib.h>
class A{public: char a; A(){a=1;}; void pa(char na)
{a=na;};};
class B{public: char b; B(){b=2;}; void pb(char nb)
{b=nb;};};
```

```
..... // всего 16 независимых классов
class P{public: char p; P(){p=16;}; void pp(char np)
{p=np;};};
void main() {A a; B b; C c; D d; E e; F f; G g; H h;
I i; J j; K k; L l; M m; N n; O o; P p;
p.pp(32);
system(«mem /c >> c:\Temp\tst_op6.
txt»);};
```

Пример 8. Шестнадцать классов без наследования и шестнадцать объектов

этих классов. Вызов метода одним из объектов

```
#include <stdlib.h>
class A {public: char a; A(){a=1;}; void pa(char na)
{a=na;};};
class B: public A {public: char b; B(){b=2;}; void
pb(char nb){b=nb;};};
..... // всего 16 классов в иерархии насле-
дования
class P: public O {public: char p; P(){p=16;}; void
pp(char np){p=np;};};
void main() {A a; B b; C c; D d; E e; F f; G g; H h;
I i; J j; K k; L l; M m; N n; O o; P p;
p.pp(32);
system(«mem /c >> c:\Temp\tst_op7.
txt»);};
```

Пример 9. Шестнадцать классов с наследованием и шестнадцать объектов

этих классов. Вызов метода объектом последнего класса в иерархии

Эти результаты наглядно демонстрируют то, как наследование увеличивает объём используемой оперативной памяти. Одновременно с этим видно как увеличивается размер оперативной памяти при увеличении количества объектов. Весьма важные выводы можно сделать и из результата Примера 10.

В этом случае объём используемой программой оперативной достигает 15,9К, когда 16 классов не связаны в иерархии наследования, но каждый класс имеет свой экземпляр (объект) и каждый объект вызывает свой единственный метод (не конструктор). Сравнивая это с результатом (а1–Пример 6) можно видеть: вызов объектами методов своего класса приводит к росту занятой оперативной памяти.

```
#include <stdlib.h>
class A{public: char a; A(){a=1;}; void pa(char na)
{a=na;};};
class B{public: char b; B(){b=2;}; void pb(char nb)
{b=nb;};};
```

```
..... // всего 16 независимых классов
class P{public: char p; P(){p=16;}; void pp(char np)
{p=np;};};
void main(){A a; B b; C c; D d; E e; F f; G g; H h;
I i; J j; K k; L l; M m; N n; O o; P p;
a.pa(17); b.pb(18); c.pc(19); d.pd(20);
e.pe(21); f.pf(22); g.pg(23); h.ph(24);
i.pi(25); j.pj(26); k.pk(27); l.pl(28);
m.pm(29); n.pn(30); o.po(31); p.pp(32);
system(«mem /c >> c:\\Temp\\tst_op8.
txt»);};
```

Пример 10. Шестнадцать классов без наследования и шестнадцать объектов этих классов. Вызовы методов каждым объектом

При увеличении числа классов до 26 используемая память растёт с 13,9К до 16,9К:

а3) 13,9 К, когда 26 классов не связаны иерархией наследования. Один из классов имеет единственный объект, который вызывает единственный метод (аналогично см. Пример 1 и Пример 6) Очевидно, что простое увеличение количества классов, не связанных между собой наследованием без создания экземпляров этих классов, не ведёт к увеличению затрат оперативной памяти.

```
#include <stdlib.h> // наследование без переопределения методов
class A{public: char a; A(){a=1;}; void a(char na)
{a=na;};};
class B: public A{public: char b; B(){b=2;}; void
b(char na) {b=na;};};
.....// всего 26 классов в иерархии наследования
class Z: public Y{public: char z; Z(){z=1;}; void
z(char na){z=na;};};
void main(){a; B b; C c; D d; E e; F f; G g; H h; I i;
J j; K k; L l; M m;
N n; O o; P p; Q q; R r; S s; T t; U u; V
v; W w; X x; Y y; Z z;
a.a(17); b.b(18); c.c(19); d.d(20);
e.e(21); f.f(22); g.g(23); h.h(24);
i.i(25);
j.j(26); k.k(27); l.l(28); m.m(29);
n.n(30); o.o(31); p.p(32); q.q(17); r.r(18);
s.s(19); t.t(20); u.u(21); v.v(22);
w.w(23); x.x(24); y.y(25); z.z(26);
system(«mem /c >> c:\\Temp\\tst_op9.
txt»);};
```

Пример 11. Двадцать шесть классов с наследованием без переопределения методов.

Один объект у каждого класса. Вызов метода своего класса каждым объектом

б3) 16,9 К (Пример 11), когда 26 классов в иерархии наследования, каждый класс имеет свой экземпляр (объект) и каждый объект вызывает свой единственный метод (не конструктор).в3) 16,9 К (Пример 12), когда 26 классов в иерархии наследования, каждый класс имеет свой экземпляр (объект), единственный метод переопределяется во всех классах, и каждый объект вызывает единственный переопределённый метод.

г3) 16,9 К (Пример 13), когда 26 классов в иерархии наследования, каждый класс имеет свой экземпляр (объект), единственный метод переопределяется во всех классах и объявляется как виртуальный, каждый объект вызывает единственный переопределённый метод.

```
#include <stdlib.h> // наследование с переопределением
class A{public: char a; A(){a=1;}; void p(char na)
{a=na;};};
class B: public A{public: char b; B(){b=2;}; void
p(char na) {b=na;};};
..... // всего 26 классов в иерархии наследования
class Z: public Y{public: char z; Z(){z=1;}; void
p(char na){z=na;};};
void main() {A a; B b; C c; D d; E e; F f; G g; H h;
I i; J j; K k; L l; M m;
N n; O o; P p; Q q; R r; S s; T t; U u;
V v; W w; X x; Y y; Z z;
a.p(17); b.p(18); c.p(19); d.p(20);
e.p(21); g.p(22); g.p(23); h.p(24);
i.p(25);
j.p(26); k.p(27); l.p(28); m.p(29);
n.p(30); o.p(31); p.p(32); q.p(17);
r.p(18);
s.p(19); t.p(20); u.p(21); v.p(22);
w.p(23); x.p(24); y.p(25); z.p(26);
system(«mem /c >> c:\\Temp\\tst_op9.
txt»);};
```

Пример 12. Двадцать шесть классов с наследованием и переопределением методов.

Один объект у каждого класса. Вызов переопределённого метода каждым объектом

д3) 16,9 К (Пример 14), когда 26 классов в иерархии наследования, последний класс имеет свой экземпляр (объект) и этот объект вызывает каждый унаследованный метод.

е3) 16,9 К (Пример 15), когда 26 классов в иерархии наследования, единственный метод переопределяется во всех классах, последний класс имеет свой экземпляр (объект) и этот объект вызывает унаследованный

метод столько раз, сколько классов в иерархии. Этот искусственный приём используется для того чтобы сравнить с такой же программой, но без переопределения, из Примера 14.

```
#include <stdlib.h> // наследование с переопределением и виртуальными методами
class A{public: char a; A(){a=1;}; virtual void p(char na) {a=na;}};
class B: public A{public: char b; B(){b=2;}; void p(char na) {b=na;}};
..... // всего 26 классов в иерархии наследования
class Z: public Y{public: char z; Z(){z=1;}; void p(char na){z=na;}};
void main() {A b; B c; D d; E e; F f; G g; H h; I i; J j; K k; L l; M m; N n; O o; P p; Q q; R r; S s; T t; U u; V v; W w; X x; Y y; Z z; a.p(17); b.p(18); c.p(19); d.p(20); e.p(21); g.p(22); g.p(23); h.p(24); i.p(25); j.p(26); k.p(27); l.p(28); m.p(29); n.p(30); o.p(31); p.p(32); q.p(17); r.p(18); s.p(19); t.p(20); u.p(21); v.p(22); w.p(23); x.p(24); y.p(25); z.p(26); system(«mem /c >> c:\\Temp\\tst_op9.txt»);};
```

Пример 13. Двадцать шесть классов с наследованием, с виртуальными методами. Один объект у каждого класса. Вызов виртуального метода каждым объектом

```
#include <stdlib.h> // наследование без переопределения методов
class A{public: char a; A(){a=1;}; void a(char na) {a=na;}};
class B: public A{public: char b; B(){b=2;}; void b(char na) {b=na;}};
..... // всего 26 классов в иерархии наследования
class Z: public Y{public: char z; Z(){z=1;}; void z(char na){z=na;}};
void main(){Z z; z.a(17); z.b(18); z.c(19); z.d(20); z.e(21); z.f(22); z.g(23); z.h(24); z.i(25); z.j(26); z.k(27); z.l(28); z.m(29); z.n(30); z.o(31); z.p(32); z.q(17); z.r(18); z.s(19); z.t(20); z.u(21); z.v(22); z.w(23); z.x(24); z.y(25); z.z(26); system(«mem /c >> c:\\Temp\\tst_op9.txt»);};
```

Пример 14. Двадцать шесть классов с наследованием без переопределения методов.

Один объект у каждого класса. Вызов метода своего класса каждым объектом

ж3) 15,9 К (Пример 16), когда 26 классов в иерархии наследования, единственный метод переопределяется во всех классах, последний класс имеет свой экземпляр (объект) и этот объект вызывает многократно переопределённый метод один раз.

Результаты примеров 12 и 16, где используется переопределение методов, (переопределение метода, вызываемого объектом, представляет собой замещение метода класса-предка методом класса-наследника, имеющим то же имя и ту же сигнатуру) при сравнении с результатами примера 11 и примера 15 показывают, что переопределение не приводит к снижению размера используемой оперативной памяти.

```
#include <stdlib.h> // наследование с переопределением (override)
class A{public: char a; A(){a=1;}; void p(char na) {a=na;}};
class B: public A{public: char b; B(){b=2;}; void p(char na) {b=na;}};
..... // всего 26 классов в иерархии наследования
class Z: public Y{public: char z; Z(){z=1;}; void p(char na){z=na;}};
void main() {Z z; for (int i=1; i<=26; i++) z.p(i); system(«mem /c >> c:\\Temp\\tst_op9.txt»);};
```

Пример 15. 26-ть классов с наследованием и переопределением. Один объект младшего класса. Вызов метода объектом столько раз, сколько классов в иерархии

По этому поводу Далека В.Д. и Вдовиченко С.С. говорят: «В случае замещения данных базового класса в объект производного класса включаются как замещённая, так и замещающая версия этих данных, что отражается на его размере и структуре выделенной для него памяти.» (см.[2], с. 51, п. 4) Также говорится: «При замещении данных-членов одного из классов, стоящих выше в иерархии наследования, в текущий и во все нижестоящие классы, копируется как замещённая, так и замещающая копии данного. В результате размер объекта класса, находящегося в конце цепочки наследования, равен сумме размеров всех данных-членов объявленных в каждом из вышестоящих классов, включая замещающие данные.» (см. [2], с. 51–52, п. 5)

```
#include <stdlib.h> // наследование с переопределением методов
```

```

class A{public: char a; A(){a=1;}; void p(char na)
{a=na;}};
class B: public A{public: char b; B(){b=2;}; void
p(char na) {b=na;}};
..... // всего 26 классов в иерархии
наследования
class Z: public Y{public: char z; Z(){z=1;}; void
p(char na){z=na;}};
void main(){Z z;
z.p(26);
system(«mem /c >> c:\\Temp\\tst_op9.
txt»);};

```

Пример 16. Двадцать шесть классов с наследованием и переопределением методов. Один объект у младшего наследника. Вызов объектом переопределённого метода

Увеличение размера оперативной памяти, используемой объектно-ориентированной программой при применении механизма наследования классов изначально было известно специалистам в программировании. Однако в 90-е годы, в период «программного голода», когда большая часть прикладных задач программирования только находилась в стадии решения, скорость разработки программных продуктов считалась важнее аппаратных затрат. Всякая впервые решённая прикладная задача делала решающую её программу единственной в своём роде. По этому вопросу Т. Бадд в [1] в 1997 году пишет: «Использование любой программной библиотеки часто приводит к увеличению размера программ (*размера оперативной памяти, как следует из контекста* — примечание автора)... Хотя такие затраты могут быть существенными, по мере уменьшения стоимости памяти размер программы перестаёт быть критичным.» (см. [1], с. 160, п. 7.6.2). Но там же: «Снизить затраты на разработку и быстро выдать высококачественный и свободный от ошибок программный код значит сейчас гораздо больше, чем малый размер приложения (*малый размер используемой памяти, как следует из контекста* — Прим. автора)».

Ныне же возрастающая конкуренция между программными продуктами ставит на первый план вопросы оптимизации программ по различным критериям.

Так, в противовес Т. Бадду, Алан Голуб утверждает: «Разбухание программ является огромной проблемой. ... большая часть этого разбухания памяти является результатом небрежного программирования.» «Если только вы не проникнитесь сознанием необходимости дисциплинировать самого себя, то можете закончить гигантским модулем из неподдающейся сопровождению тарабарщины, только притворяющейся компьютерной программой.» ([1], с. 160, *Прим. Перев.*, также [5]).

Итак, в настоящей статье рассмотрен способ исследования затрат оперативной памяти в среде Borland C++ с помощью библиотечной функции system.

Показано, что функция system реагирует на изменение объёма оперативной памяти с дискретностью 1 Кбайт: новый размер используемой оперативной памяти появляется в выходном текстовом файле только тогда, когда новая величина затрат оперативной памяти превысит старую величину не менее чем на один килобайт.

Однозначно показано, что при увеличении количества идентичных классов в иерархии растут затраты оперативной памяти. Для этого намеренно использованы классы с одним полем данных (размером в 1 байт) и с одним конструктором.

Видно, что переопределение методов и объявление этих методов виртуальными, также, как и закрытие доступа к компонентам классов, не позволяют сэкономить затраты на оперативную память, возросшие при наследовании классов.

Установлено совпадение результатов исследований в настоящей статье с результатами альтернативных исследований в среде Microsoft Visual Studio 98 на основе анализа физических адресов компонентов объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадд Т. «Объектно-ориентированное программирование в действии». — СПб, Питер, 1997. — 464 с.
2. Далека В. Д., Вдовиченко С. С. «Исследование распределения памяти компьютера при объектно-ориентированном программировании». — Харьков, Вестник НТУ «Харьковский политехнический институт», Сер. Информатика и моделирование, 2007, 48–53
3. Borland C++ v.3.1 Library Reference.
4. Страуструп Б. «Программирование. Принципы и практика использования C++», 2-е издание. — М.: Вильямс, 2015, 1328 с.
5. Алан И. Голуб «Верёвка достаточной длины, чтобы выстрелить себе в ногу. Правила программирования на C и C++». — М.: Бино, 2001, 171 с.

© Новиков Павел Владимирович (novikov.mai@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РЕЙТИНГОМ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

PROCESS AUTOMATION MANAGEMENT RATING OF RUSSIAN UNIVERSITIES

О. Romashkova
L. Ponomareva
I. Vasilyuk

Summary. The paper proposes a management information system of accounting and forecasting of the main rating indicators of higher education institutions. The authors studied the information processes and indicators related to the integrated assessment of the Russian universities. The developed model the main processes of activity of the structural divisions of the University for the collection of information and evaluation of indicators involved in the drafting of rating of the University. Functional requirements to the management intellectual information system of evaluation and forecasting of the main rating indicators of the University are formulated.

Keywords: rating assessment of University activities, information system, management processes, automation of ranking universities.

Ромашкова Оксана Николаевна

Д.т.н., профессор, ИМИЕН МГПУ г. Москва
ox-rom@yandex.ru

Пономарева Людмила Алексеевна

К.ф. — м.н., доцент, ИМИЕН МГПУ, г. Москва
ponomarevala@bk.ru

Василюк Игорь Павлович

Соискатель, ИМИЕН МГПУ, г. Москва
ipvkod@mail.ru

Аннотация. В работе предложена управленческая информационная система учета и прогноза основных рейтинговых показателей высших учебных заведений. Авторами исследованы информационные процессы и показатели, связанные с комплексной оценкой деятельности вузов России. Разработаны модели основных процессов деятельности структурного подразделения вуза по сбору информации и оценке показателей, участвующих в составлении рейтинговой оценки университета. Сформулированы функциональные требования к управленческой интеллектуальной информационной системе оценки и прогнозирования основных рейтинговых показателей вуза.

Ключевые слова: рейтинговая оценка деятельности вуза, информационная система, управленческие процессы, автоматизация ранжирования вузов.

Введение

Часто используемый в последнее время термин «рейтингование вузов» означает процесс ранжирования по суммарному показателю деятельности университета [1, 2]. Ранжирование называется глобальным, если учитываются показатели вузов разных стран, одной страны — национальным. Если анализируются университеты одной направленности, то такое ранжирование является специальным и проч.

Для составления рейтинга используются один или несколько списков показателей работы образовательной организации. В основу Российского национального рейтинга положена методология квалиметрии [3, 4]. Учитываемые показатели формируются в виде упорядоченной иерархической структуры — неполного дерева [5].

Целью исследовательской работы является разработка информационной системы (ИС), автоматизирующей процесс создания национального рейтинга и управления основными рейтинговыми показателями высших учебных заведений.

Объектом исследования являются управленческие информационные процессы и показатели, связанные с комплексной оценкой деятельности вузов России.

Предмет исследования — процесс разработки информационной системы управления рейтинговым оцениванием деятельности вузов.

Актуальность исследования состоит в том, что в настоящее время в России нет глобального автоматизированного образовательного пространства, которое охватывало бы все вузы страны. Каждый университет в соответствии со своими возможностями и потребностями использует информационные системы. Такая «лоскутная» автоматизация делает труд составления национального рейтинга вузов трудоемким и малоэффективным. Особенно актуальной указанная проблема становится в условиях развития цифровой экономики России [6, 7].

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что предложенная управленческая информационная система может быть использована как самостоятельный модуль, а также как часть корпоративной информационной системы университета. Использование системы возможно в работе как рейтинговых агентств, так и вузов для более эффективного принятия управленческих решений. Результаты рейтинговой оценки могут оказаться значимыми для широкого круга заинтересованных пользователей, а также использоваться профильными ведомствами системы образо-

Таблица 1. Результаты сравнительного анализа информационных систем рейтингового оценивания вузов

	ИС Наука-МГУ	ИС сопровождения научно-исследовательской деятельности СПбГУ	ИС УНИВЕРис	ИС Pure НГУ
Формирование отчетов	да	да	нет	да
Анализ информации	да	да	да	да
Импорт и экспорт данных	да	нет	нет	да
Автоматизация	да	нет	нет	нет
Информационный обмен	нет	да	нет	нет
Определение проблем и разработка направлений	нет	да	нет	нет
Доступность информации	да	да	да	да
Поддержка современных систем	да	да	да	да

вания, осуществляющими мониторинг деятельности образовательных организаций для информационного обеспечения работы сотрудников и принятия управленческих решений [8].

Научная новизна состоит в разработке моделей основных процессов деятельности структурного подразделения вуза по сбору информации о показателях университета, в формировании функциональных требований к управленческой интеллектуальной информационной системе оценки и прогнозирования рейтингового положения вуза на рынке образовательных услуг.

Рейтинговое агентство — структура, занимающаяся оценкой характеристик исследуемых организаций [9, 10]. По результатам своей работы агентства дают оценку организации, присваивают и публикуют рейтинги. В данное время в России существует три подхода при оценке и прогнозировании рейтинга вуза [11]:

1. Исследуются и оцениваются достигнутые показатели за определенный период времени.
2. Изучаются характеристики фактического состояния организации.
3. Основываясь на имеющихся данных, оценивается перспективное развитие организации.

В методике оценки образовательных организаций, принятой Министерством образования РФ, учитываются элементы всех трех подходов [12]. Для вузов в состав признаков, формирующих рейтинг, включены 44 показателя, начиная с количества профессорско-преподавательского состава (ППС), и заканчивая показателями социальной структуры поддержки студентов [13].

Сбор, хранение и обработка такого большого объема данных должны быть автоматизированы. Поэтому

управленческая информационная система формирования рейтинга вуза должна обеспечивать [14]:

1. Ввод и вывод в определенном формате входных данных о вузах, подлежащих анализу.
2. Формирование набора оценочных критериев с учетом их возможного изменения (увеличение числа критериев или их исключение).
3. Автоматизированный расчет рейтинга на основе комплексной многокритериальной оценки.
4. Автоматизированный статистический анализ данных.
5. Предоставление различных видов отчетов и визуализации результатов расчета рейтинга для последующей аналитической работы специалиста.

Результаты сравнительного анализа существующих систем рейтинговой оценки вуза представлены в таблице 1 [15].

При анализе существующих информационных систем для рейтингового оценивания вуза выявлено: система «ИС УНИВЕРис» отслеживает только деятельность кафедры, а информационные системы «ИС Наука-МГУ», «ИС сопровождения научно-исследовательской деятельности СПбГУ» и «ИС Pure НГУ» занимаются анализом только научно-исследовательской деятельности вузов, и не охватывают структурные подразделения верхнего уровня.

Авторами предложена новая управленческая информационная система, которая удовлетворяла бы поставленным целям.

Автоматизация процесса формирования комплексной оценки деятельности вуза проводилась на примере ФГБОУ ВО РУДН — Российского университета дружбы народов. Укрупненная организационная структура вуза представлена на рисунке 1.

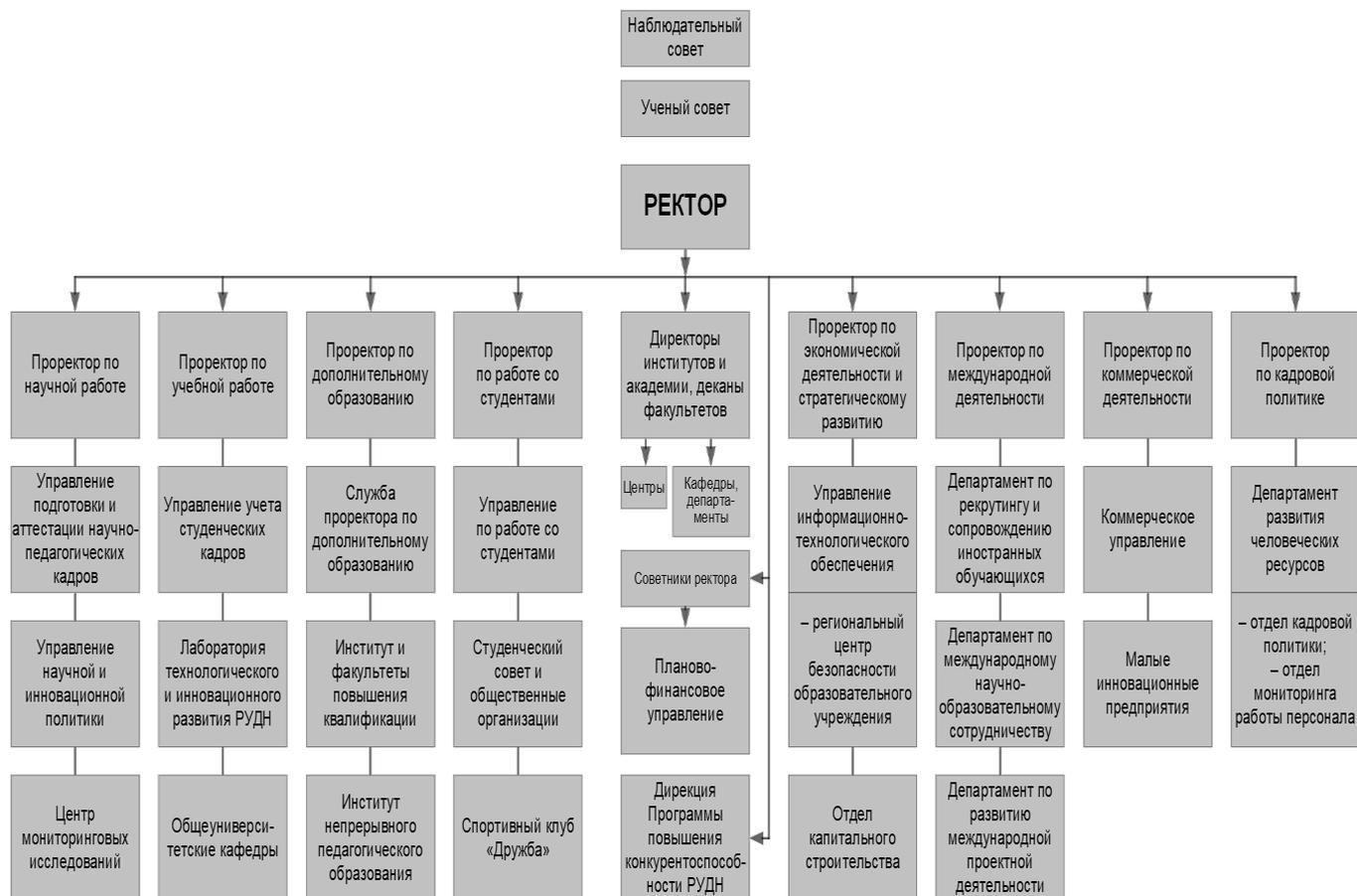


Рис. 1. Организационная структура РУДН

За составление рейтингов отвечает Дирекция Программы повышения конкурентоспособности РУДН (далее ППК РУДН), находящаяся в подчинении советников ректора и самого ректора университета (рисунок 2).

Основными задачами Дирекции являются [16]:

- ◆ сбор данных об академической и научно-исследовательской деятельности вуза, эффективности профессорско-преподавательского состава, международной деятельности вуза и др.;
- ◆ сортировка и обобщение полученных данных;
- ◆ оценка рейтинга вуза на основе полученных данных в соответствии с критериями международных рейтинговых систем.

В частности, дирекция получает сведения:

- ◆ от департамента по рекрутингу и сопровождению иностранных обучающихся;
- ◆ от департамента по международному научно-образовательному сотрудничеству;
- ◆ от департамента по развитию международной проектной деятельности;
- ◆ от центра мониторинговых исследований;



Рис. 2. Структура Дирекции ППК РУДН



Рис. 3. Контекстная диаграмма процессов формирования рейтинга РУДН

- ◆ от управления по работе со студентами:
- ◆ от отдела коммерческого управления:
- ◆ от департамента развития человеческих ресурсов:
- ◆ от управления научной и инновационной политики:
- ◆ от отдела мониторинга работы персонала:
- ◆ от управления подготовки и аттестации научно-педагогических кадров:
- ◆ от отдела управления учетом студенческих кадров:
- ◆ от департамента по международному научно-образовательному сотрудничеству:
- ◆ от отдела управления научной и инновационной политики:

За сбор информации по различным критериям отвечают определенные люди, отделы и учреждения. Например, центр мониторинговых исследований отвечает за:

- ◆ академическую репутацию;
- ◆ академическую среду;
- ◆ исследовательскую репутацию в регионе и мире.

Коммерческое управление:

- ◆ репутация выпускников среди работодателей.

Департамент развития человеческих ресурсов:

- ◆ уровень трудоустройства выпускников.

Управление по работе со студентами:

- ◆ индекс наград выпускников.

Отдел мониторинга работы профессионалов:

- ◆ соотношение числа преподавателей и студентов.

Отдел управление научной и инновационной политики:

- ◆ исследовательская репутация;
- ◆ влияние консультаций и инноваций вуза на отрасль.

Отдел мониторинга работы персонала:

- ◆ качество преподавания;
- ◆ доля сотрудников, имеющих ученую степень;
- ◆ индекс наград ППС.

Управление подготовки и аттестации научно-педагогических кадров:

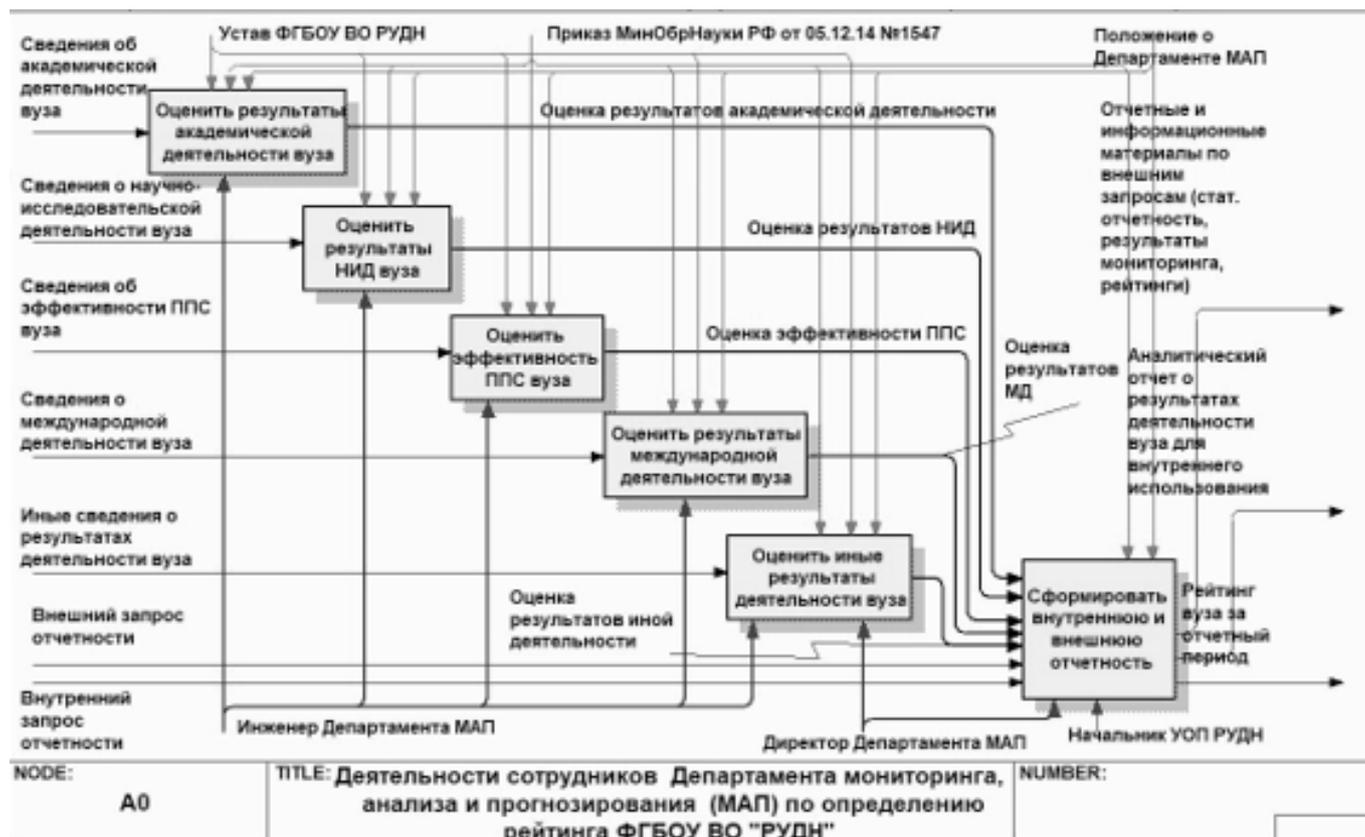


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции процесса Деятельности сотрудников Департамента МАП по определению рейтинга РУДН

- ◆ количество опубликованных статей на одного сотрудника.

Отдел управления учетом студенческих кадров:

- ◆ доля иностранных студентов в общем числе студентов.

Департамент по международному научно-образовательному сотрудничеству:

- ◆ международное сотрудничество.

За сбор информации по остальным критериям отвечают соответствующие Проректоры.

Исследуя предметную область, проанализированы информационные потоки и выявлены процессы деятельности по формированию рейтинга РУДН (рисунки 3).

Входными интерфейсными дугами являются: сведения об академической деятельности вуза, сведения о научно-исследовательской деятельности вуза, сведения об эффективности ППС вуза, сведения о международной деятельности вуза, иные сведения о результатах дея-

тельности вуза, внешний запрос отчетности, внутренний запрос отчетности.

Выходными интерфейсными дугами являются: рейтинг вуза за отчетный период, аналитический отчет о результатах деятельности вуза для внутреннего использования, отчетные и информационные материалы по внешним запросам (стат. отчетность, результаты мониторинга, рейтинги).

Управляющими интерфейсными дугами являются: Устав ФГБОУ ВО РУДН, Приказ Минобрнауки РФ от 05.12.14 № 1547, Положение о Департаменте мониторинга, анализа и прогнозирования (МАП).

Механизмы реализации: начальник Управления образовательным процессом (УОП) РУДН, директор Департамента МАП, инженер Департамента МАП.

В соответствии с примененной методологией IDEF3 проведена декомпозиция (рисунок 4).

Выявлены следующие бизнес-процессы: оценить результаты академической деятельности вуза, оценить

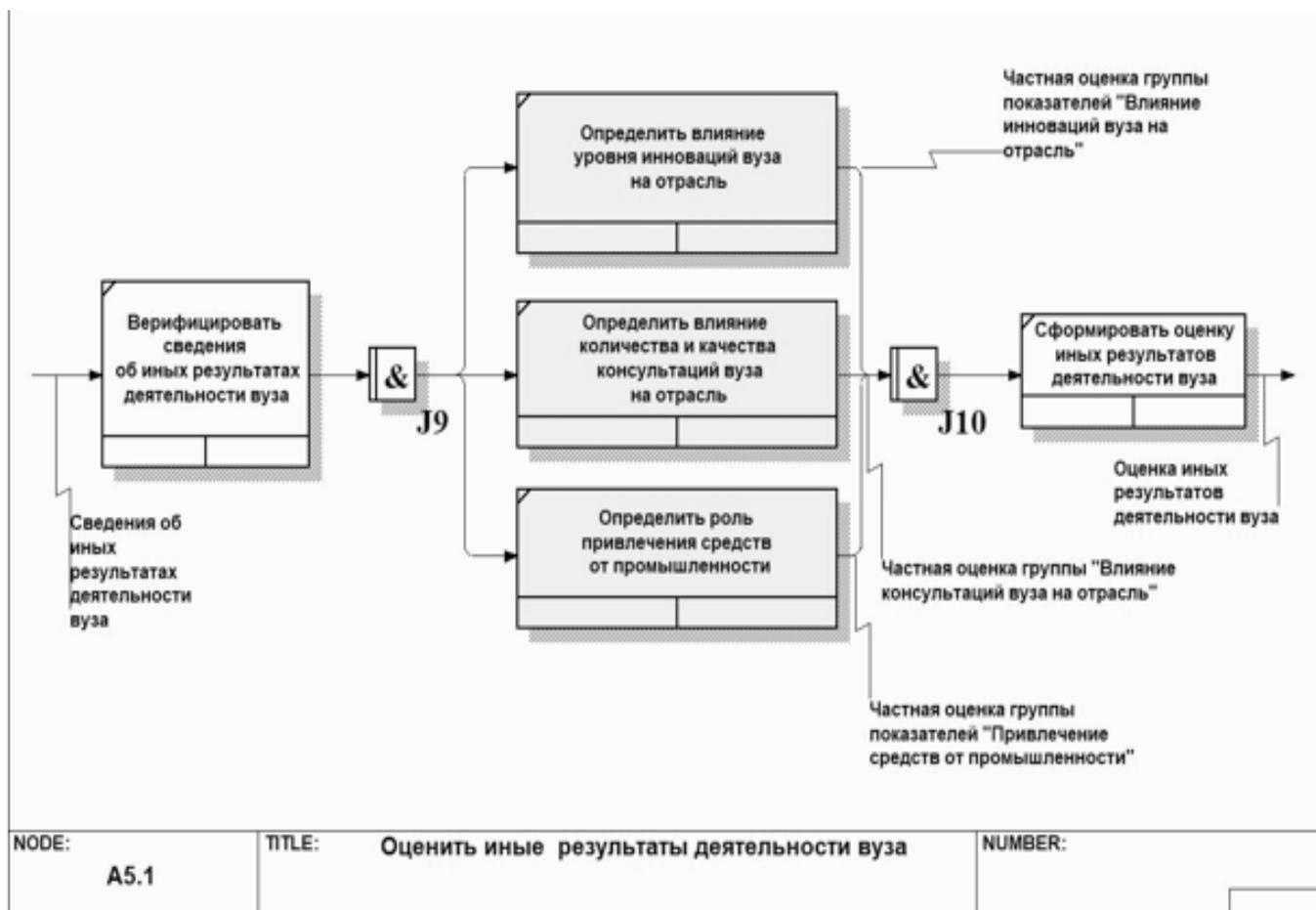


Рис. 5. Диаграмма описания последовательности этапов процесса «Оценить иные результаты деятельности вуза»

результаты научно — исследовательской деятельности, оценить эффективность ППС, оценить иные результаты деятельности вуза, сформировать внутреннюю и внешнюю отчетность.

Каждый блок также подлежал декомпозиции. Пример представлен на рисунке 5.

На основе выполненного анализа процессов деятельности центра рейтингового оценивания вузов были сформированы функциональные требования к разрабатываемой ИС:

- 1) автоматизированное ведение базы показателей рейтинговой оценки;
- 2) определение рейтинга обучающихся вуза;
- 3) определение рейтинга оснащенности вуза;
- 4) формирование рейтинговой оценки вуза по основным показателям;
- 5) формирование отчетности по рейтинговым оценкам вузов.

Полученные результаты

Авторами предложена информационная система для управления комплексной рейтинговой оценкой деятельности РУДН для формирования национального рейтинга вузов. Для создания системы проанализированы существующие информационные системы оценки образовательных организаций, выявлены их достоинства и недостатки. Исследована и смоделирована предметная область. Моделирование проводилось с помощью инструментального средства CA ERWin Process Modeler. Описаны информационные потоки процесса рейтингования вуза. Выявленные бизнес — процессы позволили авторам сформулировать функциональные требования к разрабатываемой информационной системе.

Заключение. Построенные модели основных процессов деятельности структурного подразделения вуза по сбору информации для рейтинговой оценки университета могут служить основой для дальнейшей инструментальной реализации информационной системы учета и прогноза основных рейтинговых показателей высших учебных заведений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ромашкова О.Н., Пономарева Л. А. Модель эффективного управления объединенной образовательной системой (структурой) // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2017. С. 16–18.
2. Пономарева Л. А., Голосов П. Е. Разработка математической модели учебного процесса в вузе для повышения качества образования // Фундаментальные исследования. 2017. — № 2. С. 77–81.
3. Ромашкова О. Н., Ермакова Т.Н. Мониторинг качества образования в средней общеобразовательной организации с использованием современных средств информатизации // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. — № 4. С. 10–17.
4. Пономарева Л. А., Коданев В. Л. Разработка модуля корпоративной информационной системы «Образовательная среда вуза» на базе облачных технологий // Информатика: проблемы, методология, технологии: сборник материалов XVII международной научно-методической конференции: в 5 т. М., 2017. — С. 393–398.
5. Ромашкова О. А., Моргунов А. И. Информационная система для оценки результатов деятельности общеобразовательных организаций г. Москвы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2015. — № 3. С. 88–95.
6. Ромашкова О.Н., Пономарева Л. А. Модель эффективного управления объединенной образовательной системой (структурой) // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2017. С. 16–18.
7. Прохоров Е.И., Перевозников А. В., Пономарева Л. А., Кумсков М. И. Нейронная сеть как инструмент реализации кусочно-линейного классификатора при массовом скрининге молекул // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2010. № 3. С. 39–45.
8. Ромашкова О.Н., Ермакова Т. Н. Моделирование информационных процессов управления образовательным комплексом // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. № 2. С. 122–129.
9. Ромашкова О.Н., Фролов П. А. Технология расчета показателей прибыли и рентабельности в коммерческой организации // Фундаментальные исследования. 2016. № 4–1. С. 102–106.
10. Ромашкова О.Н., Маликова О. Н. Имитационная модель делового процесса подключения абонента регионального центра связи //Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 12. С. 92–94.
11. Bobrikova E., Gaidamaka Y., Romashkova O. The application of a fluid-based model for the analysis of the distribution time of a file among users in peer-to-peer network // Selected Papers of the II International Scientific Conference «Convergent Cognitive Information Technologies» (Convergent 2017). CEUR Workshop Proceedings, Volume 2064. p. 55–61. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2064/paper06.pdf>
12. Orlov Y., Zenyuk D., Samuylov A., Moltchanov D., Gaidamaka Y., Samouylov K., Andreev S., Romashkova O. Time-dependent sir modeling for d2d communications in indoor deployments //: Proceedings — 31st European Conference on Modelling and Simulation, ECMS. — 2017. — p. 726–731.
13. Gorelov G. V., Kazanskii N. A., Lukova O. N. Communication quality assessment in speech packet transmission networks with random service interrupts // Automatic Control and Computer Sciences. 1993., vol.27., no.1., p.62.
14. Gorelov G. V., Romashkova O. N. Influence of russian, spanish and vietnamese speech characteristics on digital information transmission quality // IEEE International Symposium on Industrial Electronics Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE'96. Part 1 (of 2). sponsors: IEEE, Warsaw University of Technology. Warsaw, Poland, 1996, p.311–313.
15. Ромашкова О.Н., Федин Ф. О., Ермакова Т. Н. Нейросетевая компьютерная модель для поддержки принятия решений в образовательных комплексах // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2017. № 61. С. 54–59.

© Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru),

Пономарева Людмила Алексеевна (ponomarevala@bk.ru), Василюк Игорь Павлович (ipvkod@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЕЙШИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ, РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ И ТОМОГРАФИИ

PROSPECTS FOR APPLYING THE LATEST INFORMATION TECHNOLOGIES IN ENVIRONMENTAL DIAGNOSTICS, PATTERN RECOGNITION AND TOMOGRAPHY

**V. Rybak
Z. Ganbari
O. Riabychina**

Summary. The article describes the material concerning the use of the latest information technologies. The questions of the prospects of Blockchain introduction into various spheres of vital activity are considered. The risks of a significant labor transfer in connection with the automation and transformation of registration services and departments are indicated. A new complex of environmental air diagnostics is described, which allows building up current pollution maps in order to select the optimal route for pedestrians with minimization of adverse environmental effects. A material on the use of the infrared spectrum for identification of objects is also presented. In this direction, a mobile complex is being developed to search for people in conditions of poor visibility: in fog, smoke, in the forest, under snow. The presentation concludes with the questions of processing and reconstruction of tomography images. The basic directions of developing filters for improving the quality of images are shown.

Keywords: information technology, blocking, ecological diagnostics, air pollution, thermal imager, tomography.

Рыбак Виктор Александрович

К.т.н., доцент, УО «Белорусская государственная академия связи»
6774338@tut.by

Ганбари Захра

Аспирант, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рябычина Ольга Петровна

Старший преподаватель, УО «Белорусская государственная академия связи»

Аннотация. В статье излагается материал, касающийся применения новейших информационных технологий. Рассмотрены вопросы перспектив внедрения Блокчейн в различные сферы жизнедеятельности. Обозначены риски существенного трудового трансфера в связи с автоматизацией и трансформацией регистрирующих служб и ведомств. Описан новый комплекс экологической диагностики воздуха, позволяющий строить актуальные карты загрязнённости с целью выбора оптимального маршрута передвижения пешеходов с минимизацией неблагоприятного воздействия окружающей среды. Также представлен материал об использовании инфракрасного диапазона спектра для идентификации объектов. В данном направлении разрабатывается мобильный комплекс для поиска людей в условиях плохой видимости: в тумане, дыму, в лесу, под снегом. Завершается изложение вопросами обработки и реконструкции изображений томографии. Показаны основные направления разработки фильтров для повышения качества изображений.

Ключевые слова: информационная технология, Блокчейн, экологическая диагностика, загрязнение воздуха, тепловизор, томография.

С появлением Интернета во многих сферах жизнедеятельности человека произошли существенные изменения. Отрасли образования, торговли, оказания услуг, медицины, государственного управления и многие другие перешли на новый уровень функционирования. Логическим продолжением дальнейшей эволюции информационных технологий видится появление пиринговых сетей и технологии блокчейн, которые, судя по ежедневному обсуждению в средствах массовой информации, являются очень актуальными.

Термины «криптовалюта» и «Биткоин» не просто ворвались в наш лексикон, они заняли в нём достаточно высокие позиции, и, судя по новостному фону, продолжают свой путь, оставляя позади и делая не нужными многие составляющие нашего вчерашнего обихода.

С учётом имеющихся достоинств многие исследователи пророчат переход на электронные деньги уже в ближайшие 3–5 лет. Как известно, криптовалюта позволяет производить надёжные и быстрые платежи и переводы по всему миру, гарантируя при этом приемлемый уровень безопасности. Кроме того, существующая децентрализация полностью исключает дополнительную эмиссию электронных денег для нужд правительства или отдельных групп.

Также необходимо упомянуть о таком аспекте электронных денег как анонимность, что многими критиками выдвигается за существенный недостаток, позволяющий применять данный инструмент в нелегальных схемах «отмывания денег», торговле оружием и наркотиками. Однако надо понимать, что ничего не мешает разработчикам при использовании технологии Блокчейн преду-

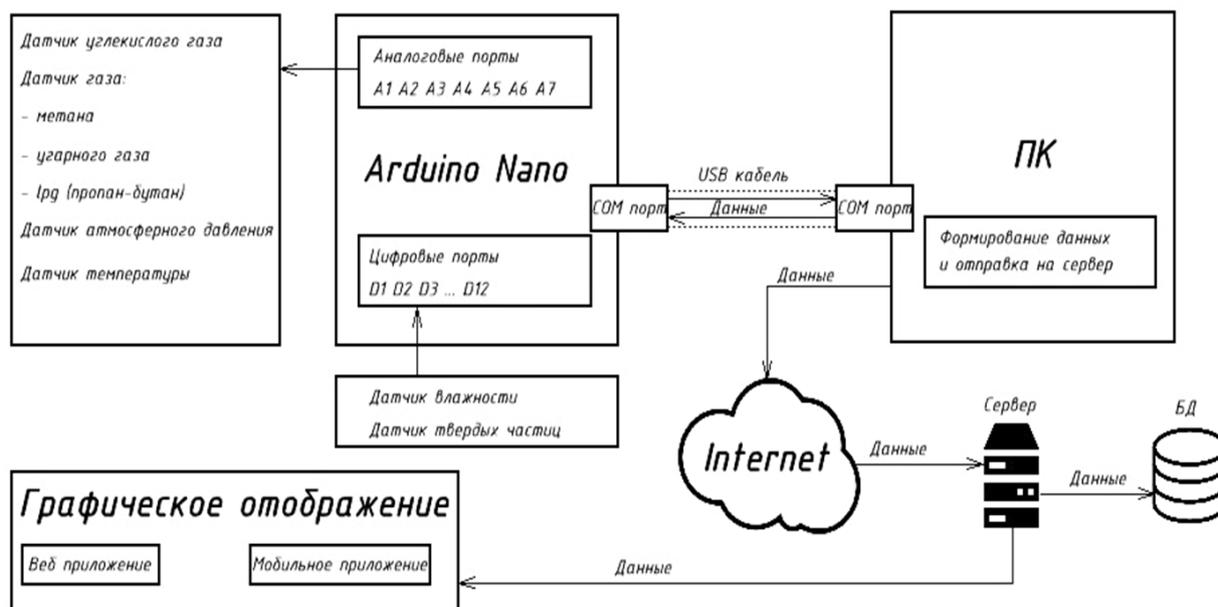


Рис. 1. Схема комплекса для экологической диагностики воздуха

смотреть авторизацию и идентификацию пользователей. Хотя данный шаг, по нашему мнению, оправдано предпринимать только после принятия чёткого и прозрачного регулирования сферы обращения криптовалют. А пока это не сделано ни в одной стране, участники оборота электронных денег обоснованно опасаются преследований и налогообложения, и поэтому предпочитают оставаться анонимными [1].

Показателен в данном вопросе опыт Республики Беларусь, где с принятием Декрета Президента № 8 «О развитии цифровой экономики» узаконены права граждан генерировать (майнить), иметь и передавать токены.

Вместе с тем, банковская сфера — это лишь первая, наиболее очевидная отрасль, которая будет трансформироваться под влиянием технологии Блокчейн. Очевидно, что и другие направления претерпят существенные изменения, что может сопровождаться объёмным трансфером рабочих мест в другие сферы жизнедеятельности. С продолжением развития новейших информационных технологий в ближайшие годы стоит ожидать сокращения количества нотариусов, страховых агентов и специалистов по регистрации (недвижимости и автотранспорта), так как их деятельность с успехом может быть заменена распределённой автоматизированной системой на базе Блокчейн.

Также существуют и менее распространённые сферы, где использование указанных технологий может принести сокращение временных затрат и повышение точности решения при обеспечении надёжности хранения

данных. В этой связи в Белорусской государственной академии связи проводятся исследования по разработке летательного комплекса для мониторинга загрязнения атмосферного воздуха и поиска объектов, идентифицируемых в инфракрасном диапазоне.

Основой системы является миниатюрный компьютер класса RaspberryPie или Arduino, снабжённый датчиками загрязнения атмосферного воздуха приоритетными поллютантами и GPS-навигатором. Такая композиция устройств позволяет, например, в режиме реального времени производить облёт наиболее нагруженных перекрёстков с целью замера концентраций загрязняющих веществ и передачи данных для построения соответствующей карты (рисунок 1). Это, в свою очередь, позволяет участникам движения выбирать оптимальный маршрут, что, например, для пешеходов означает путь с минимизацией неблагоприятного воздействия на здоровье, при прочих равных условиях. Для «сознательных» водителей информация о сильно загрязнённом воздухе на определённом участке дороги может служить сигналом к его объезду, чтобы не усугублять сложившуюся опасную ситуацию. Существующая на сегодняшний день сеть наблюдений за качеством атмосферного воздуха в крупных городах и промышленных центрах не позволяет в полной мере решать обозначенную задачу выбора оптимального пути вследствие отсутствия соответствующих объективных и своевременных карт.

С появлением компактных и доступных беспилотных летательных аппаратов — дронов /квадрокоптеров,

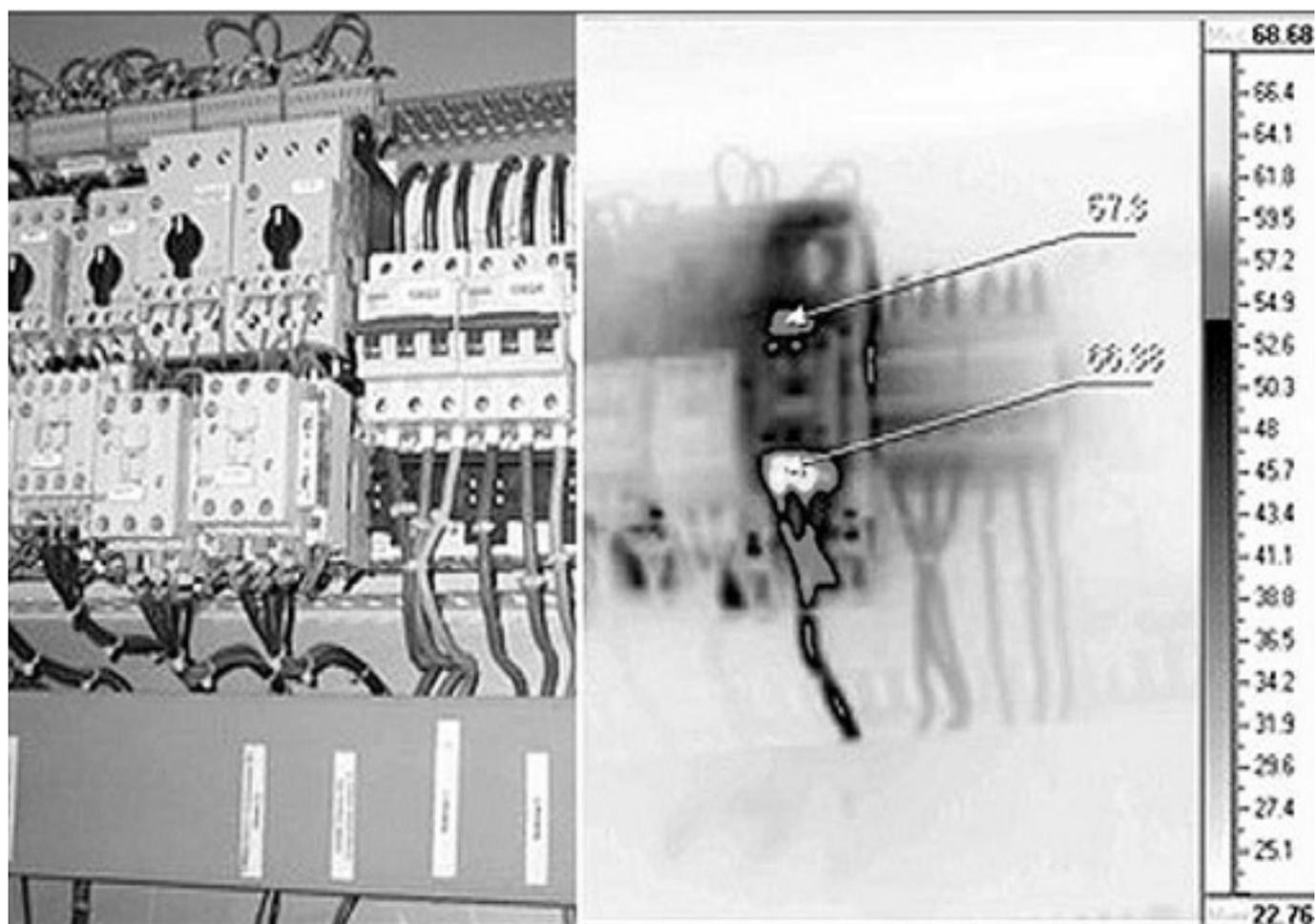


Рис. 2. Применение тепловизора для обнаружения перегретого электрического автомата[6]



Рис. 3. Определение точек утечки тепла из жилого дома [6]

стало возможным создание систем удалённого поиска и идентификации объектов в инфракрасном диапазоне. Актуальность данного направления обусловлена необходимостью, например, поиска людей в условиях тумана, дыма, в лесу, под снегом, когда видимый спектр не позволяет решить данную задачу. И хотя в настоящее время тепловизоры достаточно широко применяются, например, для оценки качества изоляции жилых домов, их использование в указанных направлениях достаточно затруднительно.

Получение видимого изображения объектов по их собственному тепловому (инфракрасному) излучению обеспечивают тепловизоры, которые сейчас активно внедряются в системы наблюдения для безопасности. Это обусловлено, по мнению Н.И. Чура, прежде всего существенным (более чем в 10 раз) снижением стоимости подобного оборудования в последние годы [6]. Естественно, расширение применимости спецтехники сопровождается обилием мифов и беспочвенных рекламных обещаний. К тому же многие годы в теленаблюдении применяются камеры с некоторой чувствительностью в ближнем ИК-диапазоне (длина волны до 1000 нм или 1 мкм). Сейчас они снабжаются ИК-осветителями на светодиодах и обычно называются ИК-камерами. Уже встречаются публикации и заявления, что такие камеры используют собственное излучение объектов и работают в полной темноте на любой дальности. Или они, как и тепловизоры, успешно работают при дымке, тумане и даже дожде, вместе с тем эти факторы незначительно ослабевают только для тепловизоров длинноволнового диапазона 8–14 мкм.

До последнего времени тепловизоры в основном применялись как научный и технологический инструмент для выявления локального нагрева деталей оборудования, утечек тепла на строительных объектах, в медицинских, геологических, биологических исследованиях и т.п. На рисунке 2 и 3 приведены примеры выявления нагретого неисправного электрического автомата и контроль потерь тепла в жилом доме.

В случае обнаружения важно само изображение, без регистрации распределения реальных температур. Многие тепловизоры, особенно измерительного типа, обеспечивают «цветное» изображение или скорее раскрашенное. В данном случае это изображение в условных цветах, где каждому цвету соответствует конкретная температура. Для тепловидения используются два спектральных диапазона: 3,5–5,5 и 7,5–12 мкм. Это вызвано наличием в атмосфере «окон прозрачности», где минимально селективное поглощение инфракрасного излучения углекислым газом и парами воды, а в первом (среднем) диапазоне еще и метана, всегда присутствующих в составе атмосферы.

Тепловизоры, работающие с длинноволновым излучением LWIR (8–14 мкм), наиболее оптимальны для наблюдения объектов, имеющих «нормальную» температуру, близкую к температуре окружающей среды. Их высокая чувствительность и более адекватное отображение реальной температуры обусловлены наличием в этом диапазоне максимумов излучательной способности объектов, имеющих температуру от 0 до 100 °С (10,6–7,8 мкм).

Тепловизоры среднего диапазона MWIR (3–5 мкм) ориентированы на излучение объектов с температурой от 300 до 960 °С (например, раскаленный слиток металла или разогретая деталь электроцита). Но поскольку спектр излучения широкий, с помощью таких тепловизоров плохо видно человека с его 36,6 °С. Именно поэтому у данных устройств ниже чувствительность, они работают не на максимумах спектральной плотности. По объектам с нормальной температурой тепловизоры MWIR работают несколько хуже — такие объекты имеют значительно меньшую излучательную способность в спектральном диапазоне 3–5 мкм, и приборам не хватает чувствительности [6].

В работе [7] авторы с использованием инфракрасного диапазона волн решают задачу идентификации свойств скрытых подповерхностных объектов. Ими разработана схема обработки информации для обнаружения скрытых элементов в грунте, отличающаяся от известных тем, что принятие решения о наличии объекта в структуре грунта производится путем численного решения прямой и коэффициентной обратной задач теплопроводности, что дает возможность по идентифицированным тепловым свойствам и геометрическим параметрам, глубине залегания объекта определить его размеры, а также классифицировать по виду материала (пластмасса, металл) и произвести реконструкцию местоположения в трехмерном пространстве [7].

Таким образом, рассматриваемый вопрос представляется достаточно актуальным. В связи с этим авторы ведут научные исследования для разработки летательного программно-аппаратного комплекса, который позволит идентифицировать объекты в инфракрасном излучении. При этом необходимо решить ряд задач, связанных с распознаванием образов и кластеризацией.

Кластерный анализ (англ. clusteranalysis) — многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы. Задача кластеризации относится к статистической обработке, а также к широкому классу задач обучения без учителя. Большинство исследователей склоняются к тому, что впервые термин

«кластерный анализ» (англ. cluster — гроздь, сгусток, пучок) был предложен математиком Р. Трионом. Впоследствии возник ряд терминов, которые в настоящее время принято считать синонимами термина «кластерный анализ»: автоматическая классификация, ботриология [1].

В современной науке применяется несколько алгоритмов обработки входных данных. Анализ путём сравнения объектов, исходя из признаков, (наиболее распространённый в биологических науках) называется Q-типом анализа, а в случае сравнения признаков, на основе объектов — R-типом анализа. Существуют попытки использования гибридных типов анализа (например, RQ-анализ), но данная методология ещё должным образом не разработана [2].

Общими целями кластеризации являются: обнаружение новизны, сжатие данных и их понимание путём выявления кластерной структуры. Именно последнее важно в контексте поиска людей в условиях ограниченной видимости. В рамках проводимых исследований будет создан аппаратно-программный комплекс для обнаружения объектов с применением нечёткой кластеризации и искусственных нейронных сетей (ИНС).

Упомянутые выше технологии Блокчейн, кластерный анализ и ИНС могут также с успехом применяться в компьютерной обработке изображений, например, полученных в результате томографии. Возможность достоверной реконструкции дозового поля и, следовательно, структуры объекта диагностики, существенно зависит от режима проведения томографии. Качество получаемого изображения и разрешающая способность метода (например, многосрезовой компьютерной томографии) зависит от правильности выбора таких параметров, как коллимация, напряжение, сила тока и др. Например, изображение, снятое при напряжении 80 кВ более зашумленное, чем снятое при 140 кВ. Учитывая, что с повышением кВ повышается проникающая способность излучения, при диагностике полных пациентов следует использовать более жесткое излучение. Поскольку, зашумленность изображения с ростом силы тока уменьшается, при исследовании объектов с высокой плотностью (плечевой пояс, металлоостеосинтез) целесообразно использовать большие токи. При исследовании мягких тканей можно уменьшить ток, и, следовательно, снизить дозу [3].

В своей статье М.А. Любимова и Т.Н. Князева обращают внимание на условия успешной реконструкции томографических изображений. Для увеличения константности реконструкции алгоритмов служит использование кратно-масштабного анализа теории вейвлетов, как инструмента фильтрации проекцион-

ных данных. Важнейшим достоинством, которое представляет вейвлет, служит возможность локального анализа, то есть анализа конкретной области в большом сигнале. Метод вейвлет-анализа позволяет производить обработку томографических изображений с использованием большого временного интервала, где требуется более чёткая информация о низкой частоте, и более короткие области, когда необходима информация о высокой частоте. В общем, алгоритм вейвлет-фильтрации сводится к следующим шагам: 1. Проведение вейвлет-преобразования проекционных данных с применением стационарного дискретного вейвлет-преобразования; 2. Задание порога для коэффициентов вейвлет-преобразования в соответствии с их уровнем; 3. Выбор параметров преобразования; 4. Восстановление проекционных данных по изменённым коэффициентам [4].

Уменьшение влияния артефактов и шумов на качество томографического изображения проводят путём применения фильтрации проекционных данных, или самого изображения, или того и другого совместно. В общем виде методы фильтрации можно классифицировать на пространственные, частотные и вейвлет-фильтрация. Каждый из них позволяет достичь определённых результатов. Так, например, линейная пространственная фильтрация «убирает» высокие пространственные частоты и потому уменьшает резкость изображения. Медианная фильтрация в меньшей степени «убирает» высокие пространственные частоты и потому хорошо фильтрует артефакты и шумы с некоторым сохранением резкости изображения. Применение адаптивного медианного фильтра позволяет изменять размер маски фильтра и сохранять более мелкие детали изображения. Особое место в фильтрации изображений занимают методы, основанные на преобразовании Фурье — частотные методы. Эти методы, как правило, применяются для уменьшения периодических артефактов и шумов. В работе [5] описаны результаты применения комбинированных фильтров, основанных на нелинейных методах фильтрации.

По тематике восстановления и обработки томографических изображений выполнено большое количество научных исследований и диссертаций, однако полностью данная проблема до сих пор не решена [4,5,7]. Это обусловлено существенной неоднородностью исследуемых объектов, их свойствами и широким спектром решаемых задач.

Таким образом, с развитием новых информационных технологий, включающих элементы искусственного интеллекта, блокчейн и др., наша жизнь видоизменяется как в результате трансформации каждодневных действий (покупок, транзакций), так и появления но-

вых сервисов и привычек. Данная тенденция, очевидно, будет продолжаться и в дальнейшем, что может привести к существенному перераспределению сфер занятости населения с одновременным повышением надёжности и скорости предоставления широкого спектра услуг.

С применением беспилотных летательных аппаратов и компактных компьютеров создана система оперативной экологической диагностики воздуха для построения карт загрязнённости и выбора оптимального маршрута для пешеходов с целью минимизации неблагоприятного воздействия загрязнения окружающей среды на здоровье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбак, В. А. Восемь направлений использования криптовалют / В. А. Рыбак, Х. М. Сулайман, З. Ганбари // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия Естественные и технические науки. — № 2. — 2018. — С. 59–66.
2. Кластерный анализ // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный_анализ(дата обращения: 20.04.18).
3. Компьютерная обработка изображений // Всё о радиации и радиационной защите. URL: <http://rad-stop.ru/6-3-kompyuternaya-obrabotka-izobrazheniy/#.WurDb0xuldV>(дата обращения: 20.04.18).
4. Любимова, М. А. Обработка томографических изображений при помощи вейвлет-анализа / М. А. Любимова, Т. Н. Князева // Вестник новых медицинских технологий. — № 1. — 2014. — С. 11–14.
5. Ласьков, В. А. Методы фильтрации изображений в рентгеновской компьютерной томографии / В. А. Ласьков, Е. Н. Симонов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». — № 3. — том 14. — 2014. — С. 21–25.
6. Чура, Н.И. ИК-камеры и тепловидение: это почти одно и то же? / Н. И. Чура // Системы безопасности. — № 4. — 2013. — С. 60–62.
7. Ищук, И. Н. Идентификация свойств скрытых подповерхностных объектов в инфракрасном диапазоне волн / И. Н. Ищук, А. И. Фесенко, Ю. Ю. Громов. — М.: Машиностроение, 2008. — 184 с.
8. Жизняков, А. Л. Восстановление по неполным данным и обработка томографических изображений / А. Л. Жизняков. — Диссертация на соискание учёной степени к.т.н., Владимир, 1999. — 127 с.

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



Белорусская государственная академия связи

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ РАЦИОНАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ФИНАНСИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ОБОРОНЫ

STRATEGIC PUBLIC PLANNING: AUTOMATION OF THE PROCESS OF ASSESSING THE RATIONAL LEVELS OF FUNDING FOR NATIONAL DEFENSE

*I. Samarin
A. Fomin*

Summary. The method of an assessment of rational level of financing of national defense from a condition of maximizing the expected size of the prevented damage at the predicted time of the beginning of war is considered. For definition of dynamics of national wealth of the country and its military potential the differential equations which solutions allow to receive temporary dependences of size of the prevented damage are formulated. The analysis of the received results is carried out.

Keywords: a gross internal product, military potential, mathematical model, national wealth, national defense, the prevented damage, rationality, financing.

Самарин Илья Вадимович

К.т.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени

И. М. Губкина

ivs@gubkin.ru

Фомин Александр Николаевич

Д.т.н., н.с., Военная Академия им. Петра Великого

sad116@mail.ru

Стратегическое государственное планирование:

Аннотация. Рассмотрен метод оценки рационального уровня финансирования национальной обороны из условия максимизации ожидаемой величины предотвращённого ущерба при прогнозируемом времени начала войны. Для определения динамики национального богатства страны и её военного потенциала сформулированы дифференциальные уравнения, решения которых позволяют получить временные зависимости величины предотвращённого ущерба. Проведён анализ полученных результатов.

Ключевые слова: валовой внутренний продукт, военный потенциал, математическая модель, национальное богатство, национальная оборона, предотвращённый ущерб, рациональность, финансирование.

Одна из важных проблем государственного стратегического планирования заключается в разработке научно обоснованных предложений по распределению общих располагаемых финансовых ресурсов на обеспечение различных направлений повышения, или поддержания на приемлемом уровне, качества жизни граждан. Другими словами, при ограниченных ресурсах необходимо рационально сбалансировать финансирование текущих задач с необходимостью обеспечения экономического и научно-технического развития страны, а также с обеспечением безопасности от внешних и внутренних угроз.

В частности, на протяжении уже многих веков человечеством обсуждается известный вопрос «пушки или масло?»: куда следует смещать акценты — на повышение материального благосостояния или на оборону страны. И особую актуальность он приобрёл в последнее десятилетие в связи с резким усложнением и удорожанием вооружения и военной техники.

Традиционно, расходы на национальную оборону, в качестве основной составляющей включающие в себя расходы на Вооружённые Силы, определяются их долей δ в валовом внутреннем продукте (ВВП) — рис. 1.

Хотя более естественно было бы их исчислять по отношению к общим расходам федерального или консолидированного бюджетов.

Каким образом можно формализовать процедуру оценки рационального значения δ ? Очевидно, первое с чего нужно начать, как можно точнее определиться с тем, что придётся защищать.

Существует такое понятие: национальное богатство стран. Обычно оно измеряется в долларах США, что не удивительно, поскольку американский доллар — основная мировая валюта.

Национальное богатство — понятие неоднозначное. Во многом оно определяется тем, какой временной промежуток рассматривается. Чем более отдалённая перспектива предполагается, тем, как правило, больше будет величина национального богатства. Это и понятно — в будущем могут появиться дополнительные возможности, которые пока нам недоступны, и от этого наше национальное богатство увеличится.

Для настоящего анализа наиболее подходит среднесрочная перспектива. В этом случае по данным Всемирного банка, в 2012–2013 гг. национальное богатство России R оценивалась в \$60 трлн. Оно включает три ос-

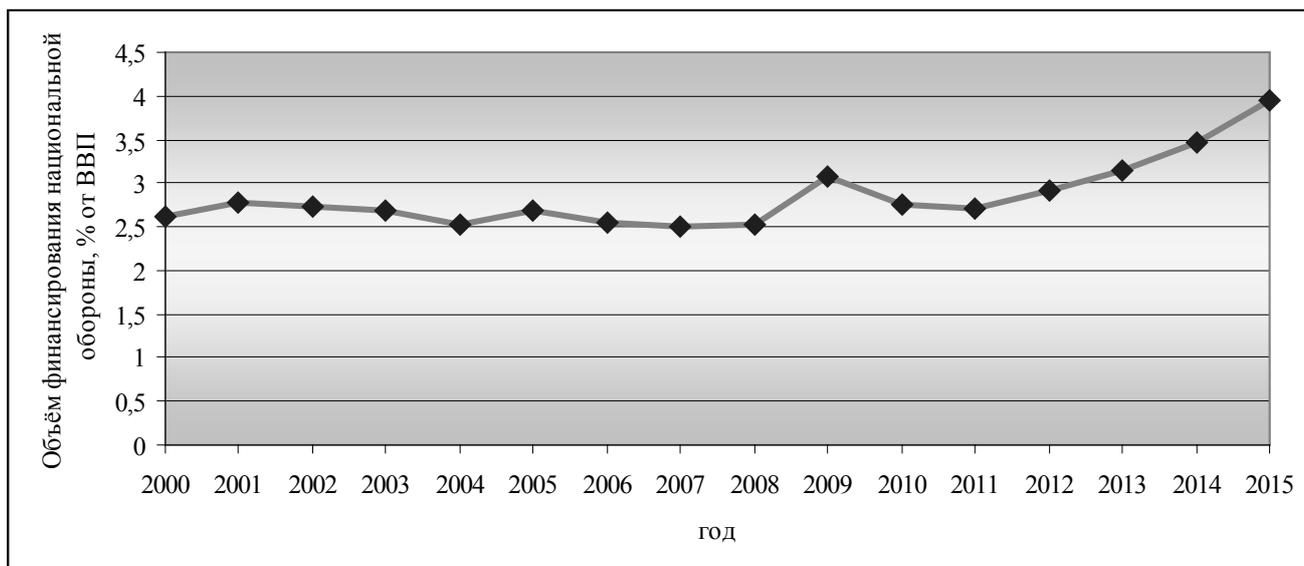


Рис. 1. Доля расходов на национальную оборону (исполненные значения) по отношению к ВВП РФ

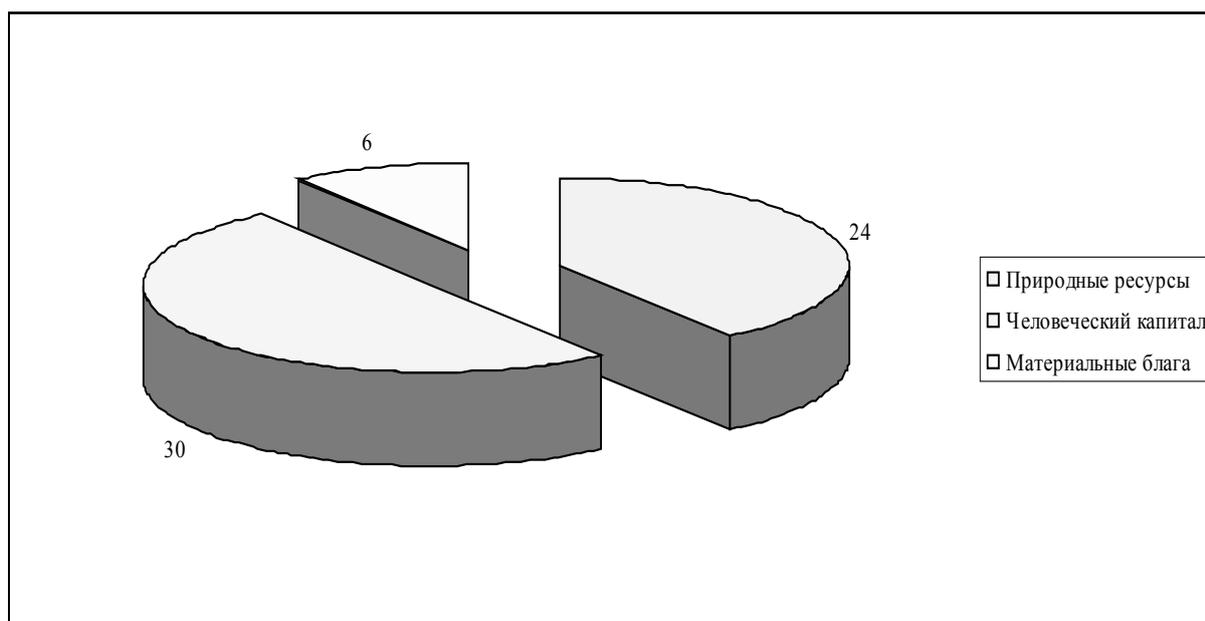


Рис. 2. Структура национального богатства России в 2012–2013 гг.

новых составляющих [1]: природные ресурсы, человеческий капитал и материальные блага (рис. 2).

На природные ресурсы приходилось \$24 трлн., на человеческий капитал — \$30 трлн., на материальные блага — около \$6 трлн.

Но с течением времени t эти цифры изменяются, т.к., во-первых, происходит естественное разрушение

(амортизация) составляющих национального богатства и, во-вторых, осуществляется его ежегодное пополнение за счёт производства ВВП.

Но в воспроизводстве богатства участвует не весь ВВП, а только его часть. Дело в том, что часть ВВП уходит из страны (чистый отток капитала), а другая часть затрачивается на национальную оборону и поэтому не может считаться полезной для потребления.

Кроме этого, из ВВП необходимо также вычесть суммарный реальный прожиточный минимум всех N жителей страны. Т.е. тот уровень минимального потребления, который необходим, чтобы люди элементарно выжили и который не участвуют, например, в пополнении человеческого капитала.

Подчёркиваем — *реальный* прожиточный минимум, а не официальный. В настоящее время реальный минимум примерно в 1,5 раза выше официального.

Принимая для оценок время амортизации $1/\lambda$ всех составляющих национального богатства одинаковым и равным 25 лет, а темп D роста реального ВВП — 3%, как это было в благополучном 2013 г., можно записать дифференциальное уравнение динамики величины национального богатства:

$$dR/dt = -\lambda \times R + V \times [1 - (4,3 \times (\delta + \text{Ottok})) \times \exp(D \times t) - 12 \times N \times \text{Min} / (1000 \times K)],$$

где λ — коэффициент амортизации национального богатства; $\lambda = 1/25$ год⁻¹;

V — долларовый ВВП в начальный момент времени, т.е. в 2013 г.;

Ottok — чистый отток капитала по отношению к ВВП;

Min — реальный прожиточный минимум на 1-го жителя страны в тыс. руб./месяц;

K — курс доллара США, руб.

Обратите внимание: перед суммой δ и Ottok представлен множитель 4,3. Он появляется потому, что хотя расходы на оборону и чистый отток капитала обычно указываются по отношению к ВВП, но фактически они определяют потерю величины денежного агрегата $M1$, которая в последние годы примерно в 4,3 раза меньше ВВП [2]: деньги, многократно за год оборачиваясь в экономике, генерируют ВВП, в несколько раз больше, чем $M1$. Для учёта скорости денежного обращения вводится коэффициент 4,3: потеря некоторой величины $M1$ приводит к потере ВВП примерно в 4,3 раза большей.

Ещё раз: если изъять $\delta \times \text{ВВП}$ или $\text{Ottok} \times \text{ВВП}$, или $(\delta + \text{Ottok}) \times \text{ВВП}$, то реально это произойдёт не от ВВП, а от $M1$, который в 4,3 раза меньше, чем ВВП. Поэтому для $M1$ это изъятие окажется в 4,3 раза более чувствительным. И оно сгенерирует уменьшение ВВП не на $(\delta + \text{Ottok}) \times \text{ВВП}$, а на $4,3 \times (\delta + \text{Ottok}) \times \text{ВВП}$.

Если предельно упрощённо предположить постоянство всех коэффициентов в написанном уравнении, то несложно получить его решение:

$$R(t) = R_0 \times \exp(-\lambda t) + V \times [1 - (4,3 \times (\delta + \text{Ottok})) \times \exp(D \times t) - \exp(-\lambda t)] / (D + \lambda) - 12 \times N \times \text{Min} / (1000 \times K \times \lambda) \times [1 - \exp(-\lambda t)]$$

Из этого соотношения следует: чем больше ежегодные затраты на национальную оборону (напомним, упрощённо считается, что величина δ постоянна во времени), тем меньше темп восполнения или увеличения национального богатства и тем меньшей будет его величина к моменту начала войны.

С другой стороны, можно записать аналогичное уравнение для динамики военного потенциала Π России при условии, что единицы его измерения выбраны таким образом, что в 2013 г. $\Pi = 1$:

$$d\Pi/dt = -\lambda \times \Pi + (\delta \times V/S) \times \exp(D \times t),$$

где S — суммарная стоимость ВВСТ в начальный момент времени, за который мы принимаем наиболее благополучный для России 2013 год.

(Похоже, как несколько десятилетий назад, когда в России и СССР всё оценивалось по отношению к 1913 г., в XXI веке придётся всё оценивать по отношению к 2013 г.)

При тех же предположениях, что и в предыдущем случае, это уравнение имеет следующее решение:

$$\Pi(t) = \exp(-\lambda t) + (\delta \times V/S) \times \{ \exp(D \times t) - \exp(-\lambda t) \} / (D + \lambda)$$

Из этого выражения видно, что чем больше отчисления на оборону, тем больше военный потенциал Π , что вполне естественно.

Теперь сделаем допущение, которое станет основным для данного способа оценки рационального уровня финансирования национальной обороны — предположим, что в распоряжении руководства страны имеются инструменты, позволяющие достаточно надёжно прогнозировать ожидаемое время T до начала войны.

Сейчас не будем рассматривать сложный вопрос о том, как конкретно это может быть сделано. Можно лишь указать на анализ военных программ потенциальных противников, на относительную динамику неравномерного развития стран, на накопление дефектов мировой финансовой системы, на исчерпание разведанных запасов стратегического сырья и т.д.

Возможно, также будут использованы данные разведки, имеющей доступ к информации стратегического уровня у вероятных противников. Но это неоднозначно. Во всяком случае, перед началом Отечественной войны 1941–1945 гг. таких источников информации, убедительных для руководства СССР, не оказалось.

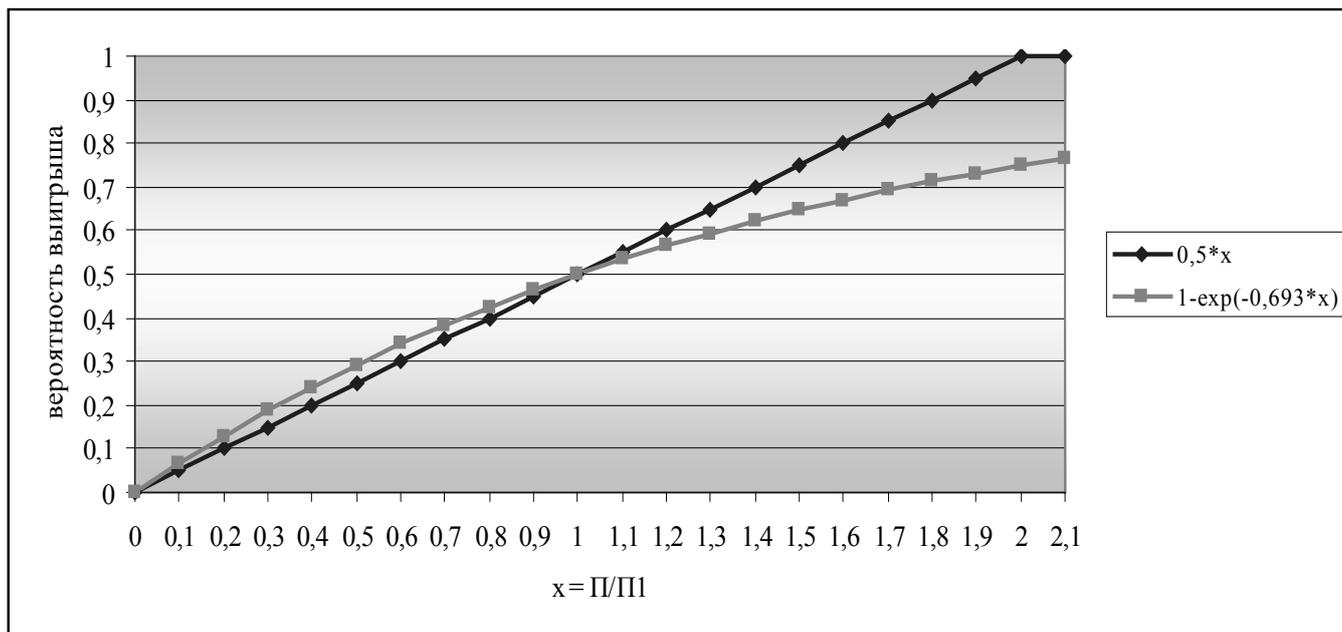


Рис. 3. Вероятность выигрыша в войне

Но, тем не менее, в начале 30-х годов военно-политическое руководство СССР правильно оценило располагаемый запас мирного времени в 10 лет. И это — известный факт.

Далее нам нужно определить вероятность P победы в будущей войне, которая по оценкам может произойти через T лет, над противником с его *прогноznым* потенциалом Π_1 на этот момент времени.

Понятно, что поскольку мы не знаем, как реально развернутся геополитические события, какая под ними будет подоплёка, кто нанесёт первый, во многом, решающий удар и т.д., мы можем получить только самые общие ориентировочные предположения для этой вероятности. Мы можем только сказать, что она будет монотонно-возрастающей функцией отношения Π/Π_1 , где Π — наш военный потенциал в момент времени T . О других параметрах при определении указанной вероятности говорить не приходится.

Можно записать $P(\Pi/\Pi_1)$ в следующем виде [1]:

$$P(\Pi/\Pi_1) = \begin{cases} 0,5 \times \Pi/\Pi_1 & \text{при } \Pi/\Pi_1 \leq 2 \\ 1 & \text{при } \Pi/\Pi_1 > 2 \end{cases}$$

Коэффициент 0,5 появляется из естественного условия: при равенстве военных потенциалов противостоящих сторон невозможно отдать кому-то предпо-

чтение. Поэтому $\Pi/\Pi_1 = 1$ вероятность P логично считать равной $1/2$.

Но при высоких значениях Π/Π_1 выражение для P оказывается несостоятельным потому, что должно быть $P \leq 1$. Формально это условие можно учесть, положив $P = 1$ при $\Pi/\Pi_1 > 2$.

Определённая таким образом функция $P(\Pi/\Pi_1)$, хотя и является непрерывной, но будет иметь разрыв производной при $\Pi/\Pi_1 = 2$, что не совсем корректно.

Поэтому целесообразно найти такую функцию $P(\Pi/\Pi_1)$, которая при $\Pi/\Pi_1 \rightarrow \infty$ естественным образом стремилась бы к 1.

Можно записать искомую функциональную зависимость в виде дифференциального уравнения

$$dP = \mu \times (1 - P) \times d(\Pi/\Pi_1)$$

Оно говорит о том, что увеличение P пропорционально увеличению Π/Π_1 , но коэффициент пропорциональности изменяется: чем выше уже достигнутое значение P , тем меньше оставшиеся возможности для его дальнейшего роста, которые определяются величиной $(1 - P)$.

При интегрировании указанного уравнения с начальным условием $P = 0$ при $\Pi/\Pi_1 = 0$, можно получить

$$P = 1 - \exp(-\mu \times \Pi/\Pi_1)$$

Таблица 1. Параметры математической модели

Наименование параметра, размерность	Обозначение	Значение
Природный капитал, \$ трлн.	A	24
Человеческий капитал, \$ трлн.	B	30
Материальные блага, \$ трлн.	C	6
ВВП (начальный), \$ трлн.	V	2
Курс \$ при планировании, руб.	K	32,5
Стоимость ВВСТ (начальная), \$ трлн.	S	0,4
Чистый отток капитала, % от ВВП	Ottok	4
Средний темп роста ВВП, %	D	3
(Время амортизации) ⁻¹ , год ⁻¹	λ	1/25
Численность населения, млн. чел.	N	146,545
Реальный прожиточный минимум, тыс. руб./месяц	Min	15
Время до начала войны, годы	T	20

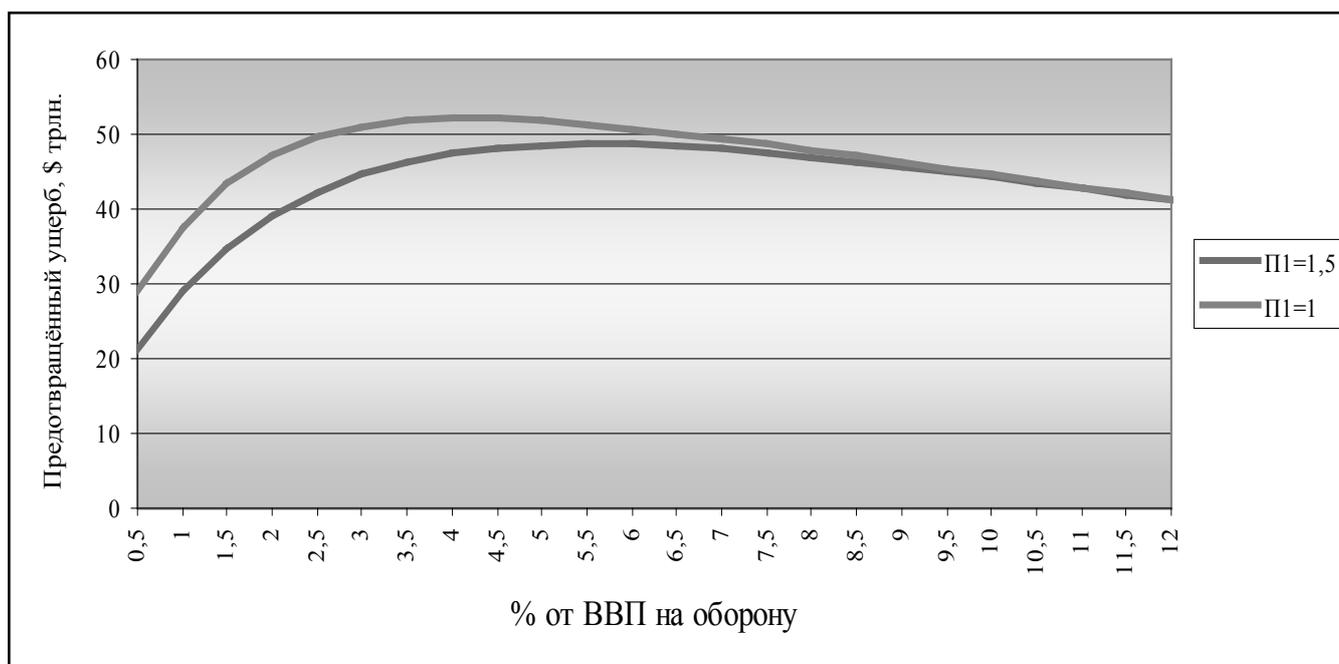


Рис. 4. Зависимости величины предотвращенного ущерба от уровня финансирования национальной обороны

Значение параметра μ можно установить из дополнительного условия $P = 0,5$ при $\Pi/\Pi_1 = 1$, как и раньше означающего, что при равенстве сил сторон вероятность победы каждой из них равна $1/2$. Поэтому $\mu = 0,69315$ и окончательно

$$P = 1 - \exp(-0,69315 \times \Pi/\Pi_1)$$

Обе рассмотренные зависимости для вероятности выигрыша в войне графически представлены на рис. 3.

Если в будущей войне страна окажется побежденной, то контроль над её оставшимся национальным богатством перейдет к победителю. Поэтому можно записать следующее выражение для величины предотвращенного ущерба Y :

$$Y(T, \delta) = R(T, \delta) \times \{1 - \exp[-0,69315 \times \Pi(T, \delta)/\Pi_1(T)]\}$$

Из предыдущего понятно, что имеются две противоположные тенденции в изменении величины $Y(T, \delta)$. С одной

Таблица 2. Параметры математической модели (кризисные условия)

Наименование параметра, размерность	Обозначение	Значение
Природный капитал, \$ трлн.	A	14
Человеческий капитал, \$ трлн.	B	16,5
Материальные блага, \$ трлн.	C	3,5
ВВП (начальный), \$ трлн.	V	1,2
Курс \$ при планировании, руб.	K	65
Стоимость ВВСТ (начальная), \$ трлн.	S	0,4
Чистый отток капитала,% от ВВП	Ottok	5
Средний темп роста ВВП,%	D	1,5
(Время амортизации) ⁻¹ , год ⁻¹	λ	1/25
Численность населения, млн. чел.	N	146,545
Реальный прожиточный минимум, тыс. руб./месяц	Min	15
Время до начала войны, годы	T	20

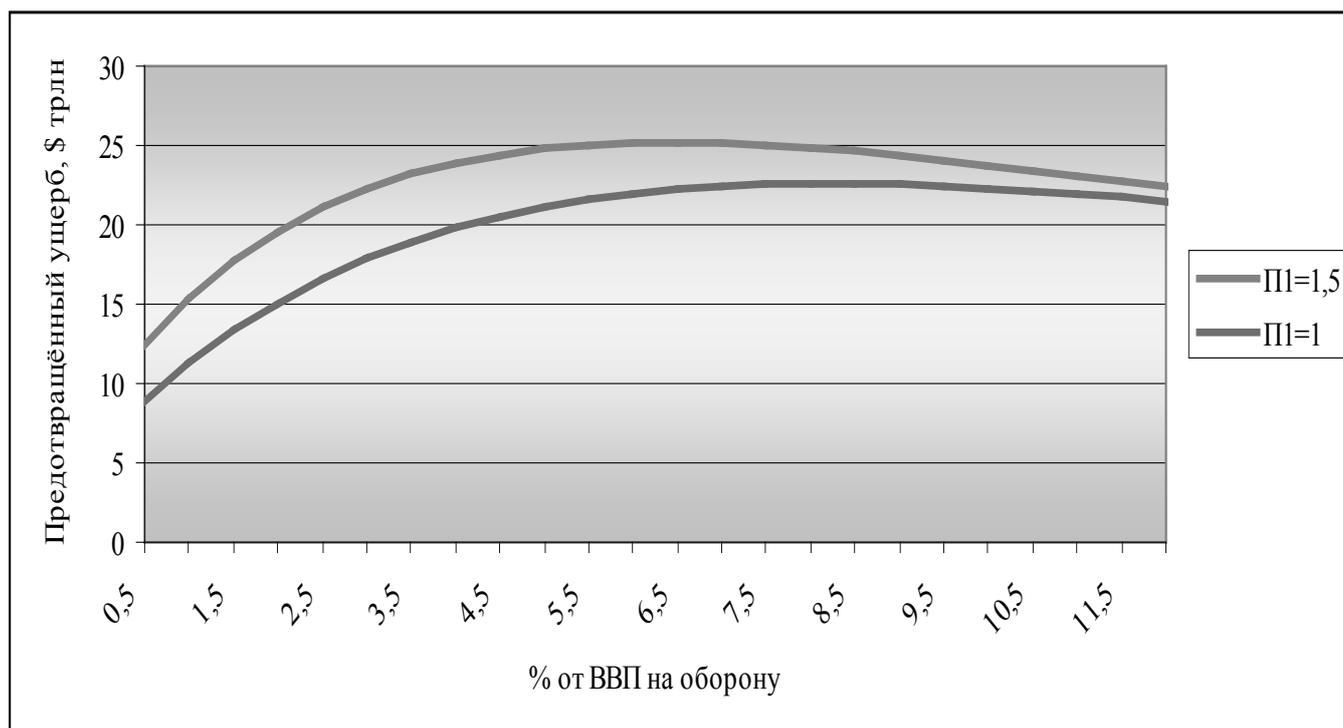


Рис. 5. Зависимости величины предотвращенного ущерба от уровня финансирования национальной обороны (кризисные условия)

стороны, увеличение затрат на оборону приводит к снижению национального богатства. С другой — увеличивается вероятность его сохранения в случае возникновения войны в будущем. Поэтому при некотором δ_{opt} величина $Y(T, \delta)$ может принять максимальное значение (рис. 4).

При этом остальные параметры рассматриваемой математической модели соответствуют данным табл. 1.

Естественно выбрать такое значение величины δ_{opt} , чтобы максимизировать $Y(T, \delta)$, т.е. из условия

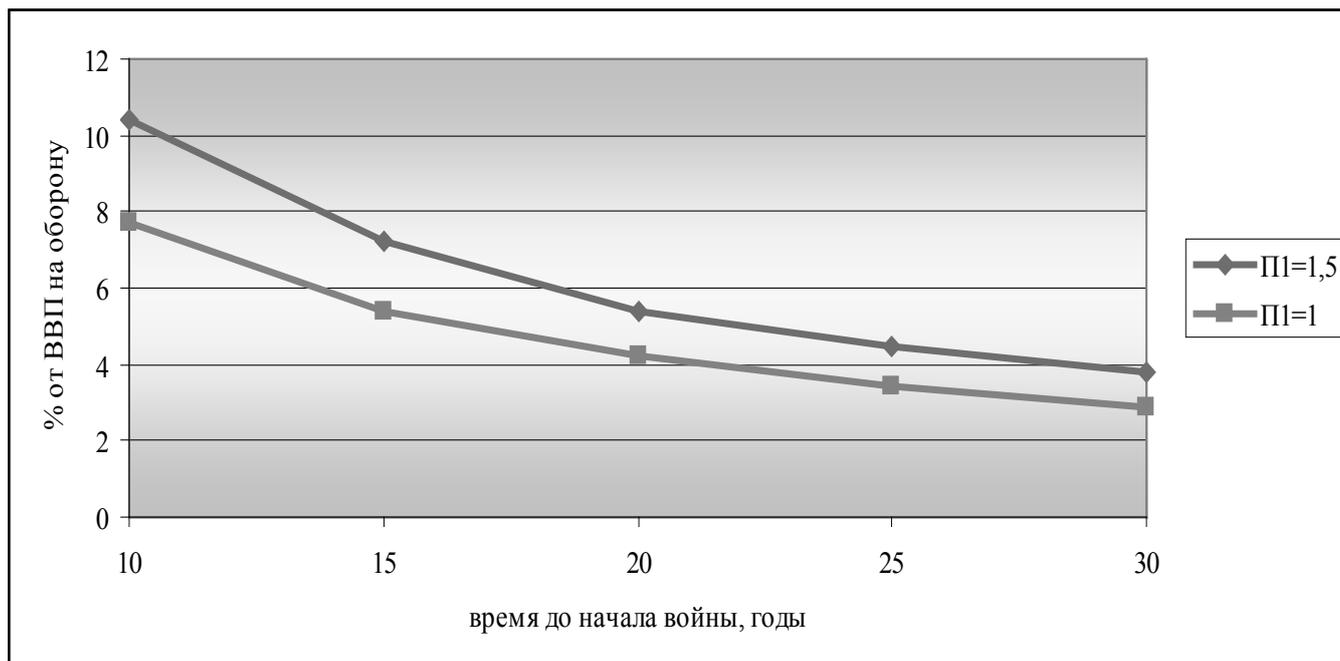


Рис. 6. Рациональные уровни финансирования национальной обороны (в % от ВВП) при различных значениях T

$$\delta_{\text{opt}} = \text{Arg}\{\max [Y(T, \delta)]\}$$

Если на момент начала войны военный потенциал противника Π_1 , измеренный в масштабе современного военного потенциала Π России, будет равен 1 (этот случай примерно соответствует военному противостоянию с Китаем — [3]), то $\delta_{\text{opt}} = 4,2\%$.

В случае $\Pi_1 = 1,5$ (что соответствует военному противостоянию с США) $\delta_{\text{opt}} = 5,4\%$.

Т.е. получаются оценки, неплохо соответствующие практике военного строительства.

Но кризисные явления, произошедшие в экономике после 2014 г., внесли коррективы в эти оценки. Теперь параметры математической модели соответствуют табл. 2, а аналоги графиков рис. 4 представлены на рис. 5.

Из них видно, что происходит увеличение рациональной доли финансирования национальной обороны по отношению к сниженной во время кризиса величине долларowego ВВП. Поэтому абсолютный уровень финансирования национальной обороны снижается значительно медленнее, чем долларовой ВВП: не в 1,67 раза, а только на 10–17%.

Но специально следует подчеркнуть: несмотря на такие правдоподобные рассуждения, на написанные диф-

ференциальные уравнения, это скорее всё же оценки, чем результаты обоснования.

Вспомним об упрощающих предположениях.

Во-первых, считалось, что все входящие в уравнения параметры — постоянны во времени, что, конечно, не всегда имеет место. Например, во время экономических кризисов многое меняется.

Во-вторых, учитывались только внешние угрозы, и практически никак не учитывались внутренние, которые могут быть не менее опасными и внести существенную корректировку в результат [1].

В-третьих — и это самое главное — результаты оценок были основаны на предположении, что будущая война разразится через T лет.

Другими словами, предложенный подход позволяет обозначить связь между рациональным уровнем финансирования национальной обороны и прогнозируемым временем T начала будущей войны (рис. 6,7).

Это, конечно, важно, но не даёт окончательного ответа: фактически один сложный вопрос о рациональном уровне финансирования обороны заменяется на другой, не менее сложный вопрос о прогнозируемом времени начала будущей войны. Какой из этих вопросов сложнее, сразу и не скажешь.

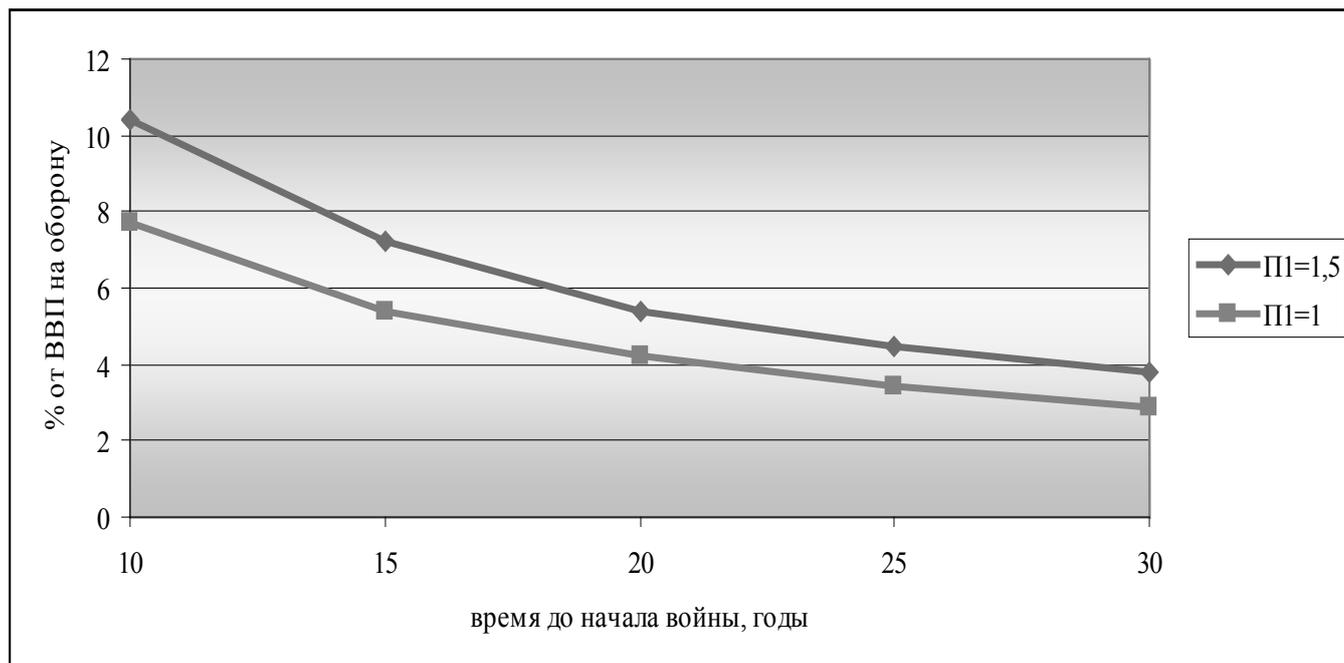


Рис. 6. Рациональные уровни финансирования национальной обороны (в % от ВВП) при различных значениях T

Но проделанная работа по анализу национального богатства не прошла даром. Её результаты позволяют дополнительно получить важные геополитические выводы.

Посмотрим на российское национальное богатство со стороны потенциальных противников, преследующих только экономические интересы. И тогда с некоторым удивлением можно увидеть, что их претензии значительно меньше обозначенных выше \$60 трлн.

Действительно, в 2012–2013 гг. природная составляющая нашего национального богатства была оценена в \$24 трлн. по существующим в то время ценам сырья.

Но в последующие годы эти цены значительно снизились. По нефти — в 2,14 раза, стали — 2,45 раза, алюминия — в 1,1 раза, меди — 1,52 раза, никеля — 1,6 раза, олова — в 1,43 раза. В среднем — в 1,7 раз.

Т.е. в настоящий момент российское сырьё оценивается не в \$24 трлн., а только примерно в \$14 трлн. Вот так: только манипулируя мировым финансовым рынком, без развязывания войны можно создать большие экономические проблемы другой стране.

Дальше — ещё интереснее. Если оценивать привлекательный для других стран российский человеческий

капитал, то он составит не более (10–20)% от имеющегося, т.е. \$(3–6) трлн. Недаром в своё время М. Тетчер говорила, что России достаточно 15 млн. человек.

Примерно такая же цифра и для российских материальных благ: внешнему миру интересны те же (10–20)% их количества, т.е. только \$(0,6–1,2) трлн. Это происходит из-за низкой конкурентоспособности российской экономики.

Поэтому внешнему окружению интересны не \$60 трлн., а только \$(18–21) трлн., т.е. около 1/3 нашего национального богатства. Это, кстати, подтверждается различием между величинами паритета покупательной способности и рыночным курсом доллара США.

И для того, чтобы заполучить силовым способом \$(18–21) трлн., нужно будет развязать войну, скорее всего — с применением ядерного оружия и неясной перспективой выигрыша?

И это при том, что ВВП США составляет \$17,5 трлн., а Китая — около \$11 трлн. Т.е. эти страны без всякой войны, не подвергая угрозе разрушения свои страны, могут получить те же \$(18–21) трлн. за 2–3 года.

И зачем им нужно ввязываться в войну с Россией по экономическим интересам?

С одной стороны — это звучит оптимистично. С другой стороны — не очень, т.к. получается, что Россия в глазах окружающего мира страна — не богатая.

На всякий случай — ещё раз для уточнения ситуации.

По сравнению с первой половиной XX века, когда произошли мировые войны, ситуация в мире изменилась принципиально.

Во-первых, резко возрос экономический потенциал США и ведущих стран Европы. Теперь у них гораздо меньше стимулов подставляться под мировую войну в надежде на сомнительные плоды победы да ещё с радиоактивной добавкой. Эквивалентный выигрышу продукт они могут произвести и сами, причём всего за несколько лет.

Во-вторых, распространение в мире ядерного оружия привело к тому, что ущерб от его применения противниками будет во много раз превышать ущерб от использования обычных вооружений. Т.е. возможный проигрыш может оказаться значительно больше ожидаемого выигрыша.

Учитывая эти два фактора, можно сделать вывод, что развязывание с Россией глобальной мировой войны для захвата её национального богатства маловероятно.

Но помимо экономических интересов существуют и другие, например, геополитические. Так, для Китая

очень важен территориальный фактор. Там много народу, высокая плотность населения, и наша Сибирь для них может оказаться привлекательной. По этому вопросу китайцы могут скооперироваться с японцами.

С другой стороны, понятно, что рано или поздно США столкнутся с Китаем из-за господства в мире. И в этой схватке будет очень важно, чью сторону займёт обладающая ядерными вооружениями Россия, чьим она станет союзником. США, конечно, попытаются перетянуть её на свою сторону и столкнуть с Китаем, возможно разыврав территориальную карту.

Поэтому в ближайшие десятилетия России, как и 100 лет назад, целесообразно не ввязываться ни в какие военно-политические союзы и содержать свои Вооружённые Силы в боеспособном состоянии, уделяя особое внимание своим ядерным вооружениям — основному и универсальному инструменту сдерживания возможной масштабной агрессии.

Предлагаемый метод оценки рациональных уровней финансирования национальной обороны должен рассматриваться в комплексе с другими способами обоснования величины этого параметра в рамках автоматизации процесса оценки рациональных уровней финансирования национальной обороны с целью разработки теоретических основ, методов и алгоритмов построения специализированных экспертных и диалоговых подсистем, а также автоматизированных систем научных исследований в этой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баскаков В.В., Федосеев С.А., Фомин А.Н. Анализ факторов, влияющих на формирование политико-экономической обстановки в мире и России, в интересах прогнозирования военно-политической ситуации до 2035 г. Военно-научный труд // Минобороны, Академия военных наук — М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2013
2. Самарин И.В., Калашников П.К., Орлов А.И., Фомин А.Н. Феноменологическая математическая модель взаимосвязи нефтяных цен с величинами денежных агрегатов, федерального и консолидированного бюджетов как элемент системы стратегического планирования для выбора рациональных способов управления социально-экономической системой страны // «Естественные и технические науки» № 3 — М., 2015, с. 167–179
3. Самарин И.В., Рябошапка В.А., Фомин А.Н. Стратегическое планирование ОПК: оценка военных потенциалов стран на основе индексов военной мощи Global Firepower Index // «Инновации и инвестиции» № 4 — М., 2015, с. 101–107

© Самарин Илья Вадимович (ivs@gubkin.ru), Фомин Александр Николаевич (sad116@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ПРЕДОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ВИДЕОПОТОКА ДЛЯ ЗАДАЧ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

AUTOMATIC VIDEO STREAM IMAGES EVALUATION AND PREPROCESSING FOR MACHINE VISION TASKS

D. Chickrin
A. Malyugina
D. Derjavin
A. Egorchev

Summary. The quality of the input image stream is one of the typical problems in computer vision problems. In this paper, we consider an algorithm for preliminary filtering of video stream images, based on the evaluation and consecutive correction of the qualitative characteristics of images. At the evaluation stage, the algorithm uses global image properties such as contrast, noise level, sharpness, and also the presence of overlighting. For the stage of processing of images based on the evaluation of these properties, the algorithm uses image processing techniques such as histogram equalization, noise reduction and sharpness correction. The proposed algorithm is intended for use in various problems of machine vision.

Keywords: image preprocessing, image filtering, denoising, unsharp mask, histogram correction.

Чикрин Дмитрий Евгеньевич

К.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральний Университет»

Малюгина Александра Александровна

Научный сотрудник, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральний Университет»

Державин Дмитрий Владимирович

Инженер, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральний Университет»

Егорчев Антон Александрович

Мл. научный сотрудник, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральний Университет»

public.mail@kpfu.ru

Аннотация. Качество входного потока изображений является одной из типичных проблем в задачах машинного зрения. В настоящей статье рассматривается алгоритм предварительной фильтрации изображений видеопотока, основанный на оценке и последующей коррекции качественных характеристик изображений. На этапе оценки алгоритм использует глобальные свойства изображения такие как контрастность, уровень шума, резкость, а также наличие засветки. Для последующей обработки изображений на основе оценки этих свойств в алгоритме применяются такие методы обработки изображений, как гистограммное выравнивание, шумоподавление и коррекция резкости. Предложенный алгоритм предназначен для использования в различных задачах машинного зрения.

Ключевые слова: предварительная обработка изображений, фильтрация изображений, шумоподавление, нерезкая маска, коррекция гистограммы.

Введение

Использование необработанных видеопотоков и изображений в алгоритмах детектирования зачастую не позволяет достигнуть достаточной точности из-за качества визуальных параметров изображения (низкий уровень резкости, контрастности, зашумленность, и пр.), а также увеличивает время обработки ввиду наличия большого количества неиспользуемых данных (например, цветовых каналов изображения или высокого разрешения изображения).

Для оценки качества входного изображения в статье будут определены критерии, соответствующие им интервалы значений признаков, а также функции для оценки каждого критерия для потока изображений. Функции для оценки критериев были протестированы на разнообразных типах видео (с различными уровнями резкости, контрастности, временем суток, разной степенью зашумленности).

В качестве входных данных используется видеопоток изображений, предварительно переведенных в режим 256 градаций серого (8bit grayscale) при помощи колориметрического преобразования с сохранением яркости [1]. Ниже описаны критерии оценки качества изображения видеопотока, функции, которые применяются к изображениям — кадрам видеопотока для оценки этих критериев и необходимые алгоритмы фильтрации.

1. Критерии оценки изображений видеопотока

1.1. Уровень шума

Оценка количества шума важна во многих алгоритмах обработки и анализа изображений. Количественная оценка шумовой составляющей делает возможной адаптацию алгоритмов предобработки к количеству шума вместо использования фиксированных пороговых значений.



Рис. 1. Исходное изображение, $NL=1.4$



Рис. 2. Зашумленное изображение, $NL=20.6$



Рис. 3. (а) фрагмент исходного изображения с уровнем шума $NL=14.7$, (б) фрагмент исходного изображения, переведенного в grayscale (с) фрагмент изображения после применения медианного шумоподавления, уровень шума $NL=2.3$

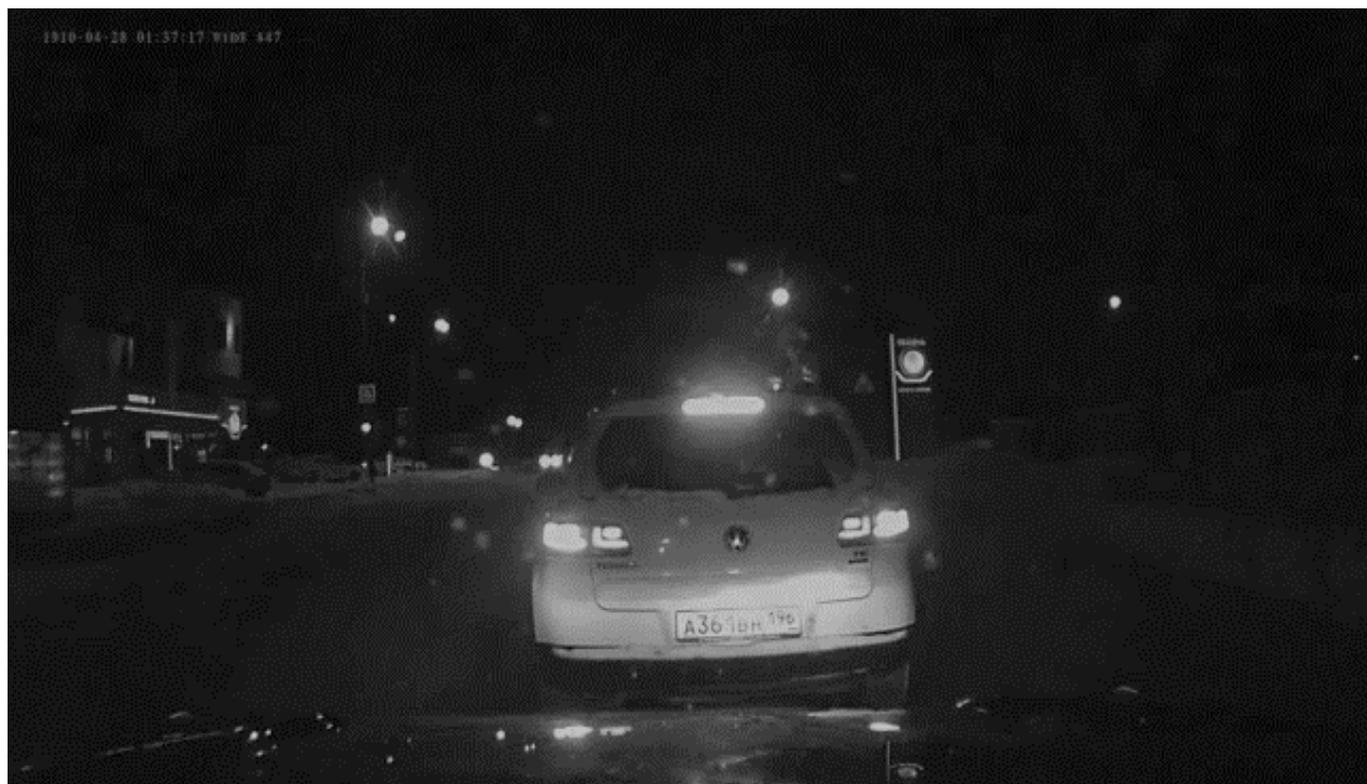


Рис. 4. Изображение низкой резкости (SL=1.7)

Модель для зашумленных изображений выглядит следующим образом:

$$I(x, y) = f(x, y) + n(x, y)$$

где f — незашумленное «идеальное» изображение, n — шум, I — наблюдаемое изображение.

Одной из основных проблем оценки шума является измерение отклонений I от f , которые могут содержать существенную структурную информацию, такую как края и текстурные особенности.

Используемый в задаче метод определения шума — J. Immerkaer, «Fast Noise Variance Estimation», *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 64, No. 2, pp. 300–302, 1996 [2].

В источнике [2] представлен быстрый алгоритм оценки дисперсии шумов изображения. В предлагаемом методе используется оператор с нулевым средним значением, который почти нечувствителен к структуре изображения. Дисперсия выходных значений принимается за оценку дисперсии шума. Так как структурным элементам изображений, таким как края, соответствуют дифференциальные компоненты второго порядка, то оценка шума должна быть нечувствительной к лапласиану изображения.

Преимущество этого метода состоит в том, что он использует оператор Лапласа, который малочувствителен к структуре изображения, а его результат зависит только от уровня шума на изображении.

При применении функции ESTIMATE_NOISE, реализующей данный метод, значения уровня шума NL на изображении принадлежат интервалам $NL \in (0, 3) \cup [3, +\infty)$. Значение $NL = 3$ считается пороговым: изображения со значением NL от 3 и выше считаются зашумленными и требуют дополнительной обработки.

Изображение предварительно переводится в Grayscale. При высоких уровнях шума выше $NL = 3$ применяется операция медианного шумоподавления, при более низких уровнях шума изображение не нуждается в дополнительной обработке.

Медианный фильтр представляет собой метод нелинейной цифровой фильтрации, который часто используется для удаления шума из изображения или сигнала.

Медианная фильтрация является одним из способов сглаживания изображения, наравне с линейной гауссовской фильтрацией. Все методы сглаживания эффективны при удалении шума в гладких участках без структурных особенностей, но неблагоприятно влияют на края. При



Рис. 5. Изображение высокой резкости (SL=6.3)

выборе алгоритмов сглаживающей фильтрации важно руководствоваться степенью, в которой фильтр позволяет сохранить края, которые несут существенную визуальную информацию об изображении. В этом отношении для малых или средних уровней при заданном фиксированном размере окна медианный фильтр существенно лучше гауссовского размытия.

1.2. Уровень резкости

Резкость изображения описывает субъективную различимость деталей, степень отчётливости границы между двумя участками фотоизображения, получившими разные экспозиции. Значение резкости связано с амплитудой производной от яркости по пространственным переменным.

В наиболее общем смысле, за резкость изображения S в произвольной точке можно принять градиент яркости I

$$S = \nabla I.$$

Таким образом, резкость изображения является векторным полем.

Для входного изображения с помощью функции ESTIMATE_SHARPNESS измеряется резкость SL (метод [3],

основанный на вычислении модуля градиента изображения). Значения SL менее 2 соответствуют изображению низкой резкости, от 2 до 4.5 — средней, более 4.5 — высокой резкости.

Изображения с высоким уровнем резкости не нуждаются в предварительной обработке. К изображениям со значениями резкости ниже 4.5 применяется фильтр нерезкого маскирования (unsharp masking).

Фильтр нерезкого маскирования применяет размытие к копии оригинального изображения. Если при сравнении маски с оригиналом отличия превышают определенный порог, изображение вычитается. Параметр порога необходим для того, чтобы избежать усиления нежелательных деталей, таких как шум на цифровой фотографии или зерно на плёнке.

Типичная схема применения фильтра нерезкого маскирования выглядит следующим образом:

$$\text{sharpened} = \text{original} + (\text{original} - \text{blurre}_{\text{radius}} \times \text{amount}),$$

где original — входное изображение, blurred_r — изображение с примененным фильтром размытия (обычно гауссовского) с радиусом r , который влияет на степень размытия копии изображения и на ширину зоны, в ко-



Рис. 6. (а) фрагмент исходного изображения низкой резкости с уровнем резкости $SL=1.6$, (b) фрагмент исходного изображения низкой резкости, переведенного в grayscale (с) фрагмент изображения после применения функции нерезкого маскирования, уровень резкости $SL=2.6$



Рис. 7. (а) фрагмент исходного изображения средней резкости с уровнем резкости $SL=3.4$, (б) фрагмент исходного изображения средней резкости, переведенного в grayscale (с) фрагмент изображения после применения функции нерезкого маскирования, уровень резкости $SL=4.8$



Рис. 8. Изображение с засветкой ($FL=1$). Уровни яркости Y_{av} на изображении с засветкой

торой будет проявляться изменение тона, *amount* — параметр нерезкого маскирования, который определяет, насколько сильно затемняются или освещаются участки изображения, находящиеся на границах контура.

При применении фильтра нерезкого маскирования также используют параметр *threshold* (порог), который определяет минимальную разницу тона, при которой осуществляется нерезкое маскирование. При шумном или зернистом оригинале его выставляют на более высокое значение, чтобы предотвратить подчёркивание этих нежелательных деталей. Предварительное шумоподавление позволяет зафиксировать этот параметр ($threshold=0$).

При значениях резкости от 4.5 и выше к изображению не применяется фильтрация. При $SL \in (0,2)$ применяется фильтр нерезкого маскирования с параметрами $amount=0.5$ $radius=10$. При $SL \in [2,4.5]$ применяется фильтр нерезкого маскирования с параметрами $amount=0.5$ $radius=20$.

1.3. Наличие засветки

Засветка на изображении характеризуется наличием переэкспонированных регионов в области избыточного попадания солнечного света на матрицу, наличия резких

теней, а также областей низкого контраста, что крайне негативно сказывается при последующем распознавании объектов изображения.

Для определения наличия засветки FL используется функция FLASH_TEST.

Так как перевод входного изображения в режим grayscale был осуществлен колориметрически, то значение каждого пикселя сохраняет параметры освещенности. Для определения наличия засвеченных частей в изображении выбираются 3 окна (W_1, W_2, W_3), расположенных в двух углах и центре изображения. Затем измеряется среднее значение пикселей (яркость) в каждом окне: $Y_{av}(W_1), Y_{av}(W_2), Y_{av}(W_3)$. При превышении порога $th=200$ в хотя бы одном из окон, сравниваются величины $Y_{av}(W_i)$. Если имеется различие в величинах яркости более чем на 100%, то имеется засветка и величине FL присваивается значение 1, иначе $FL = 0$.

При наличии засветки на изображении $FL = 1$ к изображению применяется фильтр адаптивного гистограммного выравнивания.

Гистограммное выравнивание [8] применяется при обработке изображений для повышения уровня контрастности. Этот метод обычно увеличивает



Рис. 9. (а) Изображение с наличием засветки слева ($FL=1$) в режиме grayscale (б) Изображение с примененным к нему фильтром адаптивного гистограммного выравнивания

глобальный контраст многих изображений, особенно когда попиксельные данные о контрастности изображения представлены близкими значениями. С помощью гистограммного выравнивания значения интенсивности можно лучше распределить по гистограмме. Это позволяет повысить контрастность областей низкого локального контраста. Выравнивание гистограммы позволяет эффективно распределять наиболее часто встречающиеся в изображении значения интенсивности.

Недостатком метода является его неизбирательность и то, что его применение может увеличить контраст фонового шума изображения. Поэтому, в качестве предварительной обработки для зашумленных изображений применяется шумоподавление.

Адаптивное выравнивание гистограммы (Adaptive histogram equalization, AHE) [4] — это метод обработки изображений, используемый для улучшения глобального уровня контраста. Обычное выравнивание гистограммы использует одно преобразование, полученное из гистограммы изображения. Этот метод работает хорошо в тех случаях, когда распределение значений пикселей одинаково по всему изображению. Однако, когда изображение содержит области, которые значительно светлее или темнее, чем остальная часть изображения, контраст в этих регионах при применении к изображению обычного гистограммного выравнивания будет недостаточно усилен.

Адаптивный метод вычисляет несколько гистограмм, каждая из которых соответствует отдельной части изо-



Рис. 10. Низкоконтрастное изображение (CL=32)

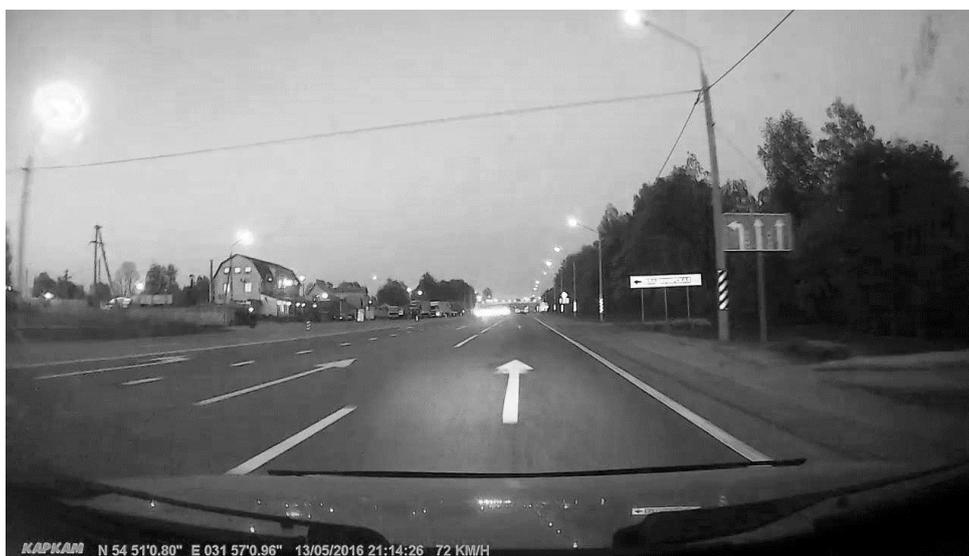


Рис. 11. Высококонтрастное изображение (CL=110)

бражения, и использует их для перераспределения значений яркости изображения. Поэтому он подходит для улучшения локального контраста и уточнения краев во всех областях изображения.

Contrast Limited Adaptive histogram equalization (CLAHE) [5] — это вариант адаптивного выравнивания гистограммы, в котором усиление контрастности ограничено во избежание возникновения или усиления шумов на изображении. В случае с засвеченным изображением адаптивное выравнивание гистограммы помогает выровнять контрастность изображения как в пере- так и недоэкспонированных областях, избавиться от резких теней.

1.4. Уровень контрастности

Контрастность измеряет разницу в яркости или цвете, которая делает объекты на изображении различимыми. Уровень контрастности связан с градиентом интенсивности. Кроме того, контраст может быть определен локально или глобально. В том случае, когда изображение состоит из текстурированных областей, представляется более адекватным выполнять локальный анализ изображения и определять локальный контраст. Хорошо известно, что уровень локального контраста может быть увеличен путем вычисления различий между значением интенсивности в каждом пикселе изображения



Рис. 12. (а) Изображение низкой контрастности ($CL=32$) в режиме grayscale (б) Изображение с примененным к нему фильтром гистограммного выравнивания ($CL=67$)

и окружающими его пикселями и последующего увеличения этих различий [6].

Для входного изображения измеряется уровень контрастности CL с применением метода A. Beghdadi and A. L. Negrate, «Contrast enhancement technique based on local detection of edges» [7].

Данный алгоритм основан на методе Гордона [8], который непосредственно определяет функцию контраста и функцию улучшения контрастности изображения без вовлечения гистограммы уровней серого входного изображения. Для улучшения работы метода в условиях высокого уровня шумов и детализации изо-

бражения в данном методе реализованы алгоритмы выделения краев.

Алгоритм реализован в функции ESTIMATE_SHARPNESS.

Для текущего изображения контрастность измеряется и записывается в величину CL . При значениях CL от 0 до 70 изображение считается низкоконтрастным, при $CL > 70$ — изображение высококонтрастно.

Для высококонтрастных изображений $CL \geq 70$ фильтрация не применяется. При $CL \in (0, 70)$ применяется фильтр CLAHE.

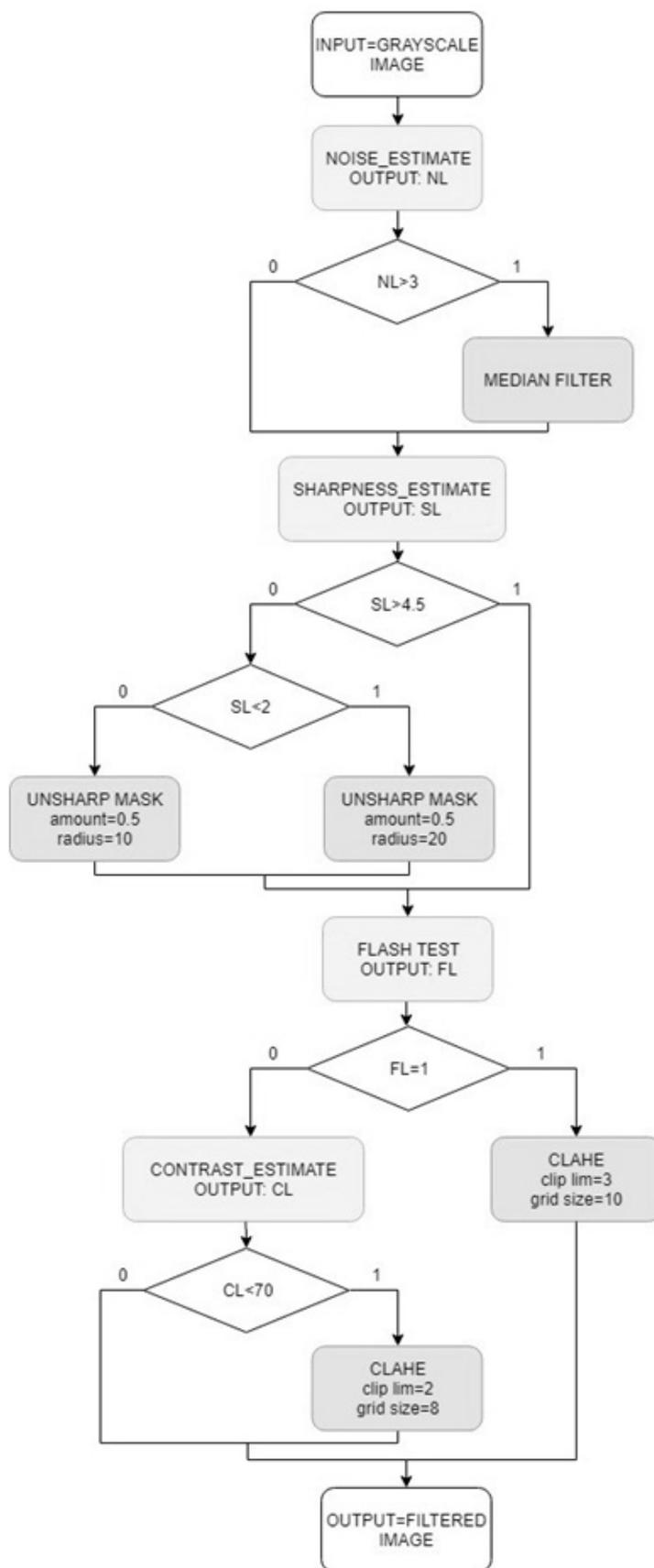


Рис. 13. Алгоритм автоматической оценки и фильтрации

Таблица 1. Порядок и частота применения функций

Функция	Частота применения (количество применений в секунду)
ESTIMATE_NOISE	10
ESTIMATE_SHARPNESS	10
FLASH_TEST	60
ESTIMATE_CONTRAST	1

2. Схема автоматической оценки и фильтрации изображений

На рисунке 13 представлена схема автоматической фильтрации изображения в видеопотоке. Во избежание избыточных вычислительных затрат, а также для оптимизации времени работы алгоритма для каждой функции оценки критериев определена частота применения, исходя из характера изменения свойств изображения в видеопотоке, а также потребностей алгоритмов последующего распознавания. В Таблице 1 указан порядок и частота применения функций оценки критериев.

Заключение

Одной из насущных проблем в задачах машинного зрения является качество входных изображений. В частности, в задачах детектирования и классификации объектов с помощью нейронных сетей может возникнуть необходимость в предварительной обработке изображения с целью улучшения различных характеристик, таких как контрастность, резкость и уровень шума. Рассмотренный алгоритм автоматической фильтрации изображений видеопотока использует оценку этих характеристик для изображений видеопотока и может быть применен для улучшения качества обнаружения и классификации различных типов объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Poyton Charles A. Rehabilitation of gamma [Электронный документ] / Human Vision and Electronic Imaging III. Spie digital library (<https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/3299/1/Rehabilitation-of-gamma/10.1117/12.320126.short?tab=ArticleLink>). doi: 10.1117/12.320126. Проверено 09.04.2018.
2. Immerkaer J. Fast Noise Variance Estimation // Computer Vision and Image Understanding. — 1996. — 2 т. № 2. С. 300–302.
3. Оценка резкости по градиентам изображения MATLAB, URL: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/32397-sharpness-estimation-from-image-gradients>
4. Hummel R. Image Enhancement by Histogram Transformation // Computer Vision, Graphics and Image Processing. — 1977. — 6 т. С. 184–195.
5. Pizer S. M. Adaptive Histogram Equalization and Its Variations / S. M. Pizer, E. P. Amburn, J. D. Austin // Computer Vision, Graphics and Image Processing. — 1987. — 6 т. С. 355–368
6. Kim. V. Rank algorithms for picture processing / Kim V. Yaroslavsky L. P. // Computer Vision, Graphics and Image Processing. — 1986. — 6 т. С. 234–258.
7. Beghdadi A. Contrast enhancement technique based on local detection of edges / Beghdadi A. Negrata A. L. // Computer Vision, Graphics and Image Processing. — 1989. — 46 т. № 2. С. 162–174.
8. Gordon R. Feature enhancement of film mammograms using fixed and adaptive neighborhoods / Gordon R. Rangayyan R. M. // Applied Optics. — 1984. — 23 т. № 4. С. 560–564.
9. Acharya T. Image Processing Principles and Applications / Acharya T. Ray A. K. — Н.Й.: Wiley Interscience, 2005. 452 с. ISBN0–471–71998–6

ВИРТУАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ ДЛЯ СЛУЧАЯ АППАРАТНОЙ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

VIRTUAL COMPUTING NETWORKS FOR HARDWARE VIRTUALIZATION

**A. Cubahiro
M. Kamande**

Summary. This article concerns questions related to networking among virtual machines that utilize hardware virtualization. The case of QEMU + KVM usage in OS Linux is analyzed in details. Methods for providing such virtual machines with networking are discussed. Two virtual interfaces for this case for OS Linux are discussed: «TUN/TAP» interface and «macvtap» interface. Different aspects of these two virtual interfaces are also discussed. Such interfaces could be used not only by hypervisor, but also by programs that provides some special networking services (e.g. VPN). But in this article these interfaces are discussed in depth only for the case of hypervisor. Thereafter test nodes characteristics are given with the description of the test cases that were used to test performance of these interfaces.

Keywords: Networking, virtual machines, virtual networks, Linux, QEMU, KVM.

Чубахи́ро Ами́сси

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В. И. Ульянова (Ленина)
atmcubahiro@gmail.com

Каманде Магдалине Вамбуи

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В. И. Ульянова (Ленина)
magdalynde@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы сетевого взаимодействия в рамках виртуальных машин, для работы которых используется аппаратная виртуализация. В деталях проанализирован случай виртуализации в рамках ОС Linux с использованием QEMU+KVM. Рассмотрены способы организации сетевого взаимодействия в рамках виртуальных машин. Рассмотрена работа двух виртуальных интерфейсов для данного случая: интерфейса «TUN/TAP» и «macvtap». В конце приведены и проанализированы результаты тестирования виртуальных вычислительных сетей.

Ключевые слова: Сетевое взаимодействие, виртуальные машины, виртуальные сети, Linux, QEMU, KVM.

Введение

Использование аппаратной виртуализации нашло широкое применение для самых разнообразных задач в последние годы. В некоторых случаях использование данной технологии стало уже едва ли не стандартным де-факто. Безопасность и изоляция ресурсов, снижение совокупной стоимости владения, гибкость конфигурирования и выделения ресурсов — вот далеко не полный список преимуществ, предоставляемых этой технологией. Вопросы виртуализации рассмотрены, например, в [1]. Вопросы обеспечения сетью виртуальных машин, использующих данную технологию особенно важны, ведь такие виртуальные машины зачастую используются именно для обеспечения сетевых сервисов. К примеру, такая виртуальная машина может быть использована для запуска веб-сайта. Хостинг-провайдер может использовать несколько узлов, на которых будут запущено множество сайтов. Для каждого сайта может быть использован отдельный веб-сервер. Веб-серверы могут быть запущены в разных ОС. Использование аппаратной виртуализации отменяет привязку узла к одной запущенной в данный момент операционной системе. На узле запускается гипервизор, который может быть установлен как «на железо», так и в рамках хостовой ОС. С помощью гипервизора запускается мно-

жество виртуальных машин, на которых могут быть запущены различные ОС. Поскольку обеспечение сетевых сервисов — одна из типичных задач в данном случае, рассмотрение вопросов производительности виртуальных вычислительных сетей для такого типа виртуализации является важной и актуальной задачей. К примеру, в [2] и [3] рассматриваются вопросы производительности для различных технологий виртуализации.

На данный момент существует множество решений для аппаратной виртуализации. Есть как платные, так и бесплатные решения. Есть решения как с закрытым исходным кодом, так и с открытым исходным кодом. В рамках данной статьи рассматривается вариант применения QEMU [4] с использованием KVM в рамках ОС Linux. Вопросы виртуальных вычислительных сетей рассматриваются именно для этого случая.

Организации сетевого взаимодействия для случая аппаратной виртуализации

В общем случае для работы виртуальных машин с внешней сетью гипервизору необходимо выполнять разделение общего ресурса — физического сетевого адаптера — между множеством запущенных виртуальных машин.

В рамках ОС Linux для решения этой задачи используются виртуальные сетевые интерфейсы, наиболее популярным из которых, пожалуй, является интерфейс «TUN/TAP». Другой возможный вариант — интерфейс «macvtap». В рамках данной статьи будут рассмотрены именно эти два варианта.

И в том, и в другом случае в рамках системы создается виртуальный сетевой интерфейс (представленный экземпляром структуры «net_device»). Программа-гипервизор работает с подобным интерфейсом. Ей необходимо отправлять кадры виртуальной машины и передавать кадры из внешней сети (или от других виртуальных машин на узле) в обратном направлении. Виртуальный сетевое устройство должно, с одной стороны, предоставлять интерфейс для работы с ним программы-гипервизора, а с другой стороны, должно использовать интерфейс для отправки и получения кадров. Рассматриваемые виртуальные устройства предоставляют интерфейс в виде виртуального файла для программы-гипервизора. Для отправки и получения кадров используются интерфейсы, предоставляемые системой. Далее будут рассмотрены особенности работы упомянутых виртуальных сетевых устройств.

Интерфейс «TUN/TAP»

Устройство подобного типа используется довольно часто для обеспечения сетью виртуальных машин или для реализации специальных сервисов (например, VPN). При использовании данного интерфейса может быть использовано два типа устройств — устройства «TUN» и устройства «TAP». Главное отличие состоит в том, что устройства «TUN» работают с третьим уровнем модели OSI, а устройства «TAP» — со вторым. Поэтому для обеспечения виртуальной машины сетью, как правило, используются устройства «TAP»: гостевой ОС требуется отправить подготовленные кадры. Программа-гипервизор предоставляет виртуальной машине виртуальный сетевой адаптер, который с точки зрения виртуальной машины функционирует как обычный физический сетевой адаптер. Для физического сетевого адаптера гостевая ОС подготавливает кадр, заполняя заголовок Ethernet. Таким образом, от программы-гипервизора требуется отправить готовые кадры. Именно поэтому такие программы, как правило, используют устройства «TAP».

И для работы устройств «TUN», и для работы устройств «TAP» используется один и тот же драйвер. Отличие заключается во внутренних особенностях работы для одного и для другого случая. А выбор типа устройства («TUN» или «TAP») выполняется с помощью флага для системного вызова «ioctl». Для того, чтобы создать устройство «TUN» или устройство «TAP», программа должна выполнить следующее:

- ◆ открыть виртуальный файл устройства для чтения и записи: для работы с таким файлом, как правило, требуются специальные привилегии (определяемые «capabilities»); обычно это файл «/dev/net/tun», хотя может быть и другой файл; обычно он уже создан системой; в случае отсутствия подобного файла, его можно создать, например, из консоли при помощи «mknod»;
- ◆ выполнить системный вызов «ioctl» с нужными параметрами;
- ◆ когда указанные действия выполнены, программа сможет записывать и читать данные с использованием полученного файлового дескриптора.

В случае интерфейса «TAP» программа должна записывать полностью сформированные кадры с заголовком «Ethernet». Поскольку программы-гипервизоры, как правило, используют именно устройства «TAP», речь в дальнейшем пойдет именно о них.

Данные, записанные программой, будут интерпретированы как кадр: будут сформированы структуры данных, необходимые для обработки кадра, полученного системой по сети. Эти данные «появятся» в системе, как полученный кадр на сетевом виртуальном интерфейсе «TAP». Таким образом, программа, работающая с виртуальным файлом, связанным с интерфейсом «TAP», должна заполнить заголовки всех уровней модели OSI («Open System Interconnection») со второго уровня по седьмой. Это как раз подходит для случая использования виртуальных машин: виртуальная машина заполняет указанные заголовки и передает кадр для отправки виртуальному сетевому адаптеру, за работу которого отвечает программа-гипервизор. Далее программа-гипервизор записывает такой кадр в виртуальный файл (с использованием полученного дескриптора), связанный с интерфейсом «TAP», и кадр «появляется» в системе, как принятый на этом виртуальном интерфейсе.

Однако остается вопрос — как наладить передачу данных между виртуальными машинами или между виртуальной машиной и узлом во внешней сети. Для этих целей в ОС Linux, как правило, используется виртуальный мост — устройство типа «bridge». Это устройство работает как настоящий сетевой мост. Оно работает на втором уровне модели OSI и оперирует кадрами. В виртуальный мост могут быть добавлены сетевые интерфейсы, присутствующие в системе (при добавлении экземпляра структуры «net_device», соответствующий интерфейс будет связан с виртуальным мостом благодаря использованию внутренних полей структуры данных). При передаче кадра мосту от одного из включенных в него интерфейсов, мост определяет порт назначения (устройства включаются в виртуальные порты моста) и отправляет кадр нужному устройству (или на все пор-

ты, кроме того, на котором появился кадр, в том случае, когда мост не может определить порт назначения по MAC-адресу назначения кадра). Кадр в итоге будет передан нужному интерфейсу — будет вызвана функция интерфейса для отправки кадра. Таким интерфейсом может быть физический сетевой адаптер — в этом случае кадр будет передан во внешнюю сеть.

Теперь необходимо рассмотреть, как виртуальная машина, использующая интерфейс «TAP», получает кадр (из внешней сети или от другой виртуальной машины). Поскольку интерфейс «TAP» является сетевым интерфейсом (пусть и виртуальным), с ним связан ряд функций, которые должны быть определены для сетевого интерфейса (физического или виртуального), в том числе и функция для отправки кадра. Интерфейс «TAP», как правило, включается в виртуальный мост. При получении кадра для виртуальной машины, такой мост в итоге должен вызвать функцию для отправки кадра интерфейса «TAP» — такие функции реализованы в драйверах сетевых устройств. В случае интерфейса «TAP» эта функция в итоге ставит кадр в очередь для приема кадров. Такая очередь связана посредством внутренних структур данных с дескриптором открытого виртуального файла устройства «TAP». После добавления кадра в очередь, если процесс ожидает появления данных на этом дескрипторе (например, выполняя системный вызов «read»), он будет «разбужен». Однако процесс может и не ждать данных. Так или иначе, когда процесс попытается прочитать данные по этому дескриптору, ему будет передан полученный кадр. Так, программа сможет прочитать кадр. Программа-гипервизор, получив кадр (из внешней сети или от другой виртуальной машины) передаст этот файл виртуальной машине. Таким образом виртуальная машина сможет получить кадр. Поскольку гостевая ОС воспринимает виртуальный сетевой интерфейс как обычный физический сетевой интерфейс, она ожидает получения именно кадров на таком интерфейс. И интерфейс «TAP» обеспечивает получение кадров. Так, с помощью виртуального моста виртуальные машины могут обмениваться кадрами посредством устройства «TAP» (используемого программой-гипервизором) как с узлами во внешней сети, так и с другими виртуальными машинами. Для использования интерфейса «TAP» с QEMU можно указать, например, следующие опции «-net nic -net tap, name=tap0». Схематично работа интерфейса «TAP» вместе с виртуальным мостом изображена на рис. 1.

На рис. 1 «tap0» является виртуальным интерфейсом «TAP», он связан с программой-гипервизором через виртуальный файл «/dev/net/tun»: программа-гипервизор открыла этот файл для чтения и записи, получив файловый дескриптор «fd», и выполнила системный вызов «ioctl» с нужными параметрами для этого файлового де-

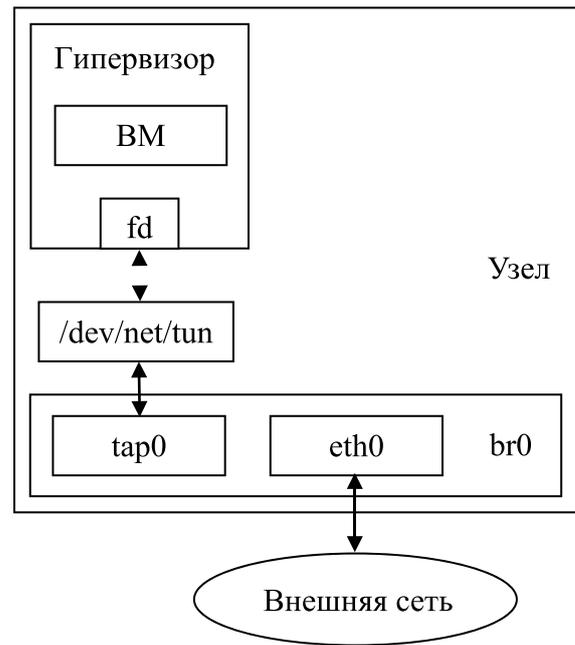


Рис. 1

скриптора, после чего в системе появился виртуальный интерфейс «tap0». После этого программа-гипервизор может отправлять кадры виртуальной машины и получать кадры для нее с использованием полученного дескриптора. При этом с дескриптором в системе ассоциируются необходимые функции — так, при записи будет вызвана необходимая функция драйвера «TUN/TAP», как и при чтении. Можно также отметить, что с одним виртуальным файлом, связанным с устройством «TAP», смогут работать множество программ (например, программ-гипервизоров). Это возможно благодаря тому, что каждая программа независимо открывает этот файл для чтения и записи — для каждого такого случая создаются отдельные экземпляры необходимых структур данных. И для каждого такого случая после выполнения необходимых действий (например, системного вызова «ioctl») будет создано отдельное виртуальное сетевое устройство «TAP». При закрытии файла, виртуальное устройство должно быть удалено. Однако есть возможность создания «постоянных» устройств «TAP» с помощью флага «TUNSETPERSIST» (задаваемого через системный вызов «ioctl») — в этом случае виртуальное устройство останется в системе даже после завершения работы программы.

Интерфейс «macvtap»

Данный интерфейс работает аналогично интерфейсу «TAP». Он даже обеспечивает определенную совместимость с интерфейсом «TAP» для программ, использующих интерфейс «TAP» (например, ряд общих флагов для системного вызова «ioctl»). Однако интерфейс «macvtap»

работает по принципу интерфейса «macvlan» и не требует моста для обеспечения коммуникации между виртуальными машинами, использующими такой интерфейс с одним и тем же «нижележащим» устройством, а также узлами во внешней сети.

Разница между интерфейсом «macvtap» и «macvlan» состоит в том, что «macvtap», помимо предоставления виртуального сетевого устройства, предоставляет виртуальный файл для работы программы с этим файлом (например, программы-гипервизора). А «macvlan» предоставляет лишь виртуальное сетевое устройство. Таким образом, устройство «macvlan» может быть использовано лишь в рамках системы, либо контейнера. Имеется ввиду, что устройство «macvlan» может быть использовано для отправки и получения данных, а не кадров — оно может быть использовано как любое другое сетевое устройство в системе (например, физический сетевой интерфейс). Конечно, для получения и отправки кадров могут быть использованы «сырые сокеты» (домена «AF_PACKET»), однако, такое решение имеет ряд ограничений: все «сырые сокеты» получают все кадры; как правило, требуются привилегии пользователя «root» для работы с такими сокетами. А в случае использования устройства «macvtap» программа работает с виртуальным файлом. Конечно, и в этом случае потребуются определенные привилегии (определяемые «capabilities»), однако главное отличие в способе работы. В случае «macvlan» отправка и получение кадров возможна, по сути, только с «сырыми сокетами» (с указанными особенностями), а в случае «macvtap» программа записывает и получает кадры через виртуальный файл.

Работа с виртуальным файлом, связанным с устройством «macvtap», аналогична случаю работы с виртуальным файлом устройства «TAP», описанному выше. В случае использования «macvtap» в системе также появляется виртуальное сетевое устройство. С точки зрения программы-гипервизора работа с использованием «macvtap» мало чем по сути отличается от варианта работы с «TAP». Кадры также отправляются и передаются с помощью виртуального файла. Главное отличие состоит в том, что происходит с этими кадрами после отправки программой-гипервизором (после записи), и в том, как они поступают в обратном направлении. В случае «macvtap» для обеспечения коммуникации с другими виртуальными машинами или внешней сетью не требуется виртуальный мост. Драйвер устройства «macvtap» использует ряд функций драйвера «macvlan». У них схожий принцип работы. Устройства «macvtap», как и устройства «macvlan» поддерживают несколько режимов работы. Для варианта запуска нескольких виртуальных машин на узле можно использовать режим «bridge», который и будет рассмотрен далее. Устройство «macvtap», как и «macvlan», ассоциируется с «нижеле-

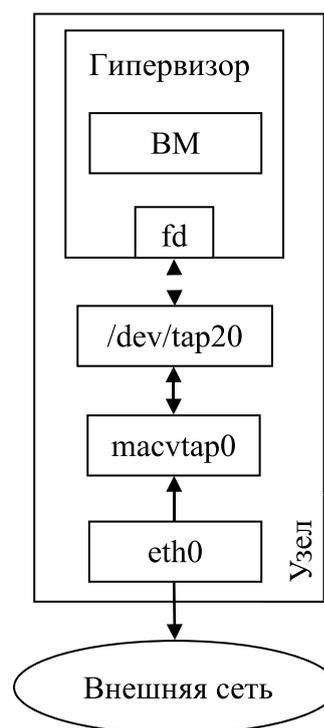


Рис. 2

жащим» устройством, которым может быть, например, физический сетевой интерфейс. В случае режима работы «bridge» все виртуальные устройства «macvtap», связанные с одним и тем же «нижележащим» устройством, могут обмениваться данными между собой: если адресат — виртуальная машина на узле, кадр в итоге будет передан ей, не покидая узла. Если же «нижележащее» устройство — физический сетевой адаптер, и адресат находится во внешней сети, кадр будет передан во внешнюю сеть через этот физический сетевой интерфейс.

С одним и тем же «нижележащим» устройством могут быть одновременно связаны не только устройства «macvtap», но и устройства «macvlan». Если устройства «macvlan» используются контейнерами, то с помощью таких виртуальных устройств «macvlan» и «macvtap» может быть налажена коммуникация между виртуальными машинами и контейнерами. Разумеется, такого же результата можно добиться и при использовании устройств «TAP» вместе с виртуальным мостом, а со стороны контейнеров — устройств «veth». Однако при использовании устройств «macvtap» и «macvlan» отдельный виртуальный мост не требуется. Схематично работа устройств «macvtap» и «macvlan» изображена на рис. 2.

На рис. 2 «macvtap0» является виртуальным интерфейсом «macvtap», он связан с программой-гипервизором через виртуальный файл «/dev/tap20»: имя вир-

Таблица 1

	Iperf, Мбит/сек	LINPACK, ГЛОПС	GROMACS, сек	OpenFOAM тест 1, сек	OpenFOAM тест 2, сек
TAP	93.1	9.189	246.998	194	161
macvtap	93.1	9.169	246.545	192	162

туального сетевого интерфейса и виртуального файла в данном случае не связаны одним и тем же номером. В данном случае при создании нового виртуального сетевого интерфейса создается новый файл. У программы-гипервизора этот файл открыт для чтения и записи — получен файловый дескриптор «fd». Программа-гипервизор выполняет системный вызов «ioctl» для этого файлового дескриптора с необходимыми параметрами, после этого она может отправлять кадры виртуальной машины и получать кадры для нее с использованием этого дескриптора. При записи, как и при чтении будет вызвана необходимая функция драйвера «macvtap».

Следует отметить некоторые особенности работы с интерфейсом «macvtap». Во-первых, виртуальный файл в разделе «/dev», связанный с интерфейсом «macvtap», появляется только после создания виртуального сетевого устройства «macvtap» (например, с помощью «ip link»). В случае же устройства «TAP» виртуальный файл создается до появления виртуального сетевого устройства.

Во-вторых, MAC-адрес сетевого интерфейса в рамках виртуальной машины (через который гостевая ОС передает и принимает файлы) должен совпадать с MAC-адресом виртуального сетевого устройства «macvtap», с которым будет работать программа-гипервизор (в случае устройства «TAP» такого ограничения нет). Это связано со внутренними особенностями работы интерфейса «macvtap». В случае «macvtap» (как и в случае «macvlan») при получении кадра на «нижележащем» устройстве производится поиск виртуального сетевого устройства «macvtap» или «macvlan», чей MAC-адрес равен MAC-адресу назначения в заголовке Ethernet кадра. При адресации кадра виртуальной машине в заголовке кадра будет указан MAC-адрес сетевого интерфейса виртуальной машины, а не устройства «macvtap». Если эти MAC-адреса различаются, то при получении кадра, устройство «macvtap» с указанным в кадре MAC-адресом назначения найдено не будет, и кадр не дойдет до виртуальной машины. Если же MAC-адреса равны, то устройство «macvtap» будет найдено, и кадр в итоге будет доставлен виртуальной машине.

Следует также отметить, что у QEMU пока что нет стандартных опций для работы с интерфейсом «macvtap». Поэтому для использования интерфейса «macvtap» необходимо сначала открыть виртуальный

файл, связанный с устройством «macvtap», для записи и чтения и затем указать файловый дескриптор (номер) через опцию «fd», например, для файлового дескриптора «3», виртуального файла «/dev/tap20» и MAC-адреса «52:54:00:12:34:80» строка запуска QEMU выглядела бы примерно следующим образом: «qemu-system-x86_64 <другие_опции> -net nic, macaddr=52:54:00:12:34:80 -net tap, fd=3 3<> /dev/tap20».

Тестирование

Для сравнения двух указанных виртуальных интерфейсов был выполнен ряд тестов. Для оценки пропускной способности сети использовался стандартный тест «iperf». Затем был выполнен тест «LINPACK». Наконец, были запущены тестовые задачи приложений «GROMACS» [5] и «OpenFOAM» [6] (для двух разных солверов).

Характеристики сети: «Fast Ethernet», скорость 100 Мбит/сек. Тесты запускались на виртуальных машинах под управлением QEMU+KVM. Хостовой ОС являлась «Fedora 26», гостевой ОС также являлась «Fedora 26». Параметры сетевого стека соответствовали значениям по умолчанию для данной ОС (описание параметров стека TCP/IP для ОС Linux приводится в [7]). Использовались узлы архитектуры «x86_64» (8-ядерный процессор) с 4 Гб оперативной памяти. Виртуальным машинам выделялось по 8 ядер (все ядра на узле) и по 3 Гб оперативной памяти. Тесты запускались на 2 виртуальных машинах, выполняющихся на разных узлах.

Для теста «iperf» использовались настройки по умолчанию. Тестовая задача «GROMACS» запускалась на 2 узлах, по 8 потоков на каждом узле (таким образом, должны были быть задействованы все 8 ядер процессора на каждом узле). Тестовые задачи «OpenFOAM» запускались на 2 узлах, по 8 процессов на каждом узле (аналогично должны были быть задействованы все ядра на каждом узле).

Запуск тестов в рамках хостовой ОС не выполнялся, так как аппаратная виртуализация приносит определенные накладные расходы, но оценка этих накладных расходов выходит за рамки данной статьи. В данной статье основное внимание уделяется именно сравнению виртуальных сетевых интерфейсов для случая аппарат-

ной виртуализации и возможных накладных расходов, связанных с тем или иным вариантом организации сетевого взаимодействия. Поэтому выполнялись лишь тесты на виртуальных машинах. В табл. 1 приводятся результаты выполнения тестов.

Как видно, разницы в производительности (как сети, так и производительности расчетов на тестах) практически нет. Отличия по скорости, полученной производительности и времени выполнения минимальны и могут быть объяснены влиянием случайных факторов.

Однако для окончательных выводов по поводу производительности того или иного варианта требуется больше различных тестов с разными шаблонами передачи данных, так как на производительность сетевого взаимодействия влияет большое число факторов. Но на выполненных тестах разницы в производительности практически не наблюдалось.

Выводы

Устройства «TAP» и «macvtap» позволяют обеспечить виртуальные машины, использующие аппаратную виртуализацию, в ОС Linux сетевым взаимодействием. Благодаря этим устройствам виртуальные машины могут обмениваться данными как друг с другом, так и с узлами, находящимися во внешней сети (при наличии такого подключения). Устройство «TAP» используется уже давно и достаточно широко, при этом не только программами-гипервизорами. Устройство «macvtap» предоставляет аналогичную функциональность и не требует наличия виртуального моста. Разницы в производительности на выполненных тестах в рамках данной статьи практически не наблюдалось (хотя аппаратная виртуализация сама по себе привносит определенные накладные расходы). Для устройства «TAP» у QEMU есть стандартная опция, однако «macvtap» также можно использовать с QEMU.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tanenbaum, A. S. Modern Operating Systems [Текст] / A. S. Tanenbaum, H. Bos — 4th Edition. — Pearson Education, Inc. — 2014. — 1136 p.
2. Felter W. et al. An Updated Performance Comparison of Virtual Machines and Linux Containers [Текст] / W. Felter, A. Ferreira, R. Rajamony, J. Rubio // Performance Analysis of Systems and Software (ISPASS), 2015 IEEE International Symposium On. — IEEE, 2015. — p. 171–172.
3. Xavier M. G. et al. Performance Evaluation of Container-Based Virtualization for High Performance Computing Environments [Текст] / M. G. Xavier, M. V. Neves, F. D. Rossi, T. C. Ferreto, T. Lange, C. A. F. De Rose // Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP), 2013 21st Euromicro International Conference on. — IEEE, 2013. — p. 233–240.
4. Официальный сайт проекта QEMU [Электронный ресурс] // <https://www.qemu.org/>
5. Hess B. et al. GROMACS4: Algorithms for Highly Efficient, Load-Balanced, and Scalable Molecular Simulation [Текст] / B. Hess, C. Kutzner, D. van der Spoel, E. Lindahl // Journal of chemical theory and computation 4.3, 2008. — p. 435–447.
6. Официальный сайт проекта OpenFOAM [Электронный ресурс] // <https://www.openfoam.com/>
7. Параметры стека TCP/IP в ОС Linux [Электронный ресурс] // <https://www.kernel.org/doc/Documentation/networking/ip-sysctl.txt>

© Чубахиرو Амисси (amcubahiro@gmail.com), Каманде Магдалине Вамбуи (magdalynde@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СКОРОСТИ ЗВУКА ВОДОРОДА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ В СЛУЧАЕ ПЕРЕХОДА ИЗ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФАЗЫ В АТОМАРНУЮ

MATHEMATICAL ANALYSIS OF THE SPEED OF SOUND OF HYDROGEN FOR THE EQUATION OF STATE IN THE CASE OF TRANSITION FROM MOLECULAR PHASE TO ATOMIC

S. Yagupov
A. Mezentsev

Summary. The problems of mathematical modeling of sound velocity for isentropic compression of hydrogen with a real equation of state [9] to high density are considered. At these density values, a certain anomaly is observed in the behavior of the isentrope, which is associated [9] with the hydrogen transition of their molecular phase to the atomic one. On this interval of change of the density of hydrogen does not satisfy the properties of the normal gas. The speed of sound for the real equation of state of hydrogen [9] at high pressure values is approximated by different analytical dependences, including on different parts of the density change. Errors of these approximations are established. The resulting approximations can be used for subsequent mathematical modeling at high degrees of hydrogen compression.

Keywords: The real equation is the state of hydrogen, compression to high density, approximation by analytic functions, the speed of sound.

Ягунов Станислав Александрович

К.ф.-м.н., Уральский государственный университет
путей сообщения
Sya_s@mail.ru

Мезенцев Алексей Владимирович

К.ф.-м.н., Уральский государственный университет
путей сообщения
amezentsev@usurt.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы математического моделирования скорости звука для изэнтропического сжатия водорода с реальным уравнением состояния [9] до больших степеней плотности. При этих значениях плотности в поведении изэнтропов наблюдается определенная аномалия, которую связывают [9] с переходом водорода их молекулярной фазы в атомарную. На данном промежутке изменения плотности водород не удовлетворяет свойствам нормального газа. Скорость звука для реального уравнения состояния водорода [9] при больших значениях давления аппроксимирована разными аналитическими зависимостями, в том числе на разных участках изменения плотности. Установлены погрешности этих аппроксимаций. Полученные аппроксимации можно использовать для последующего математического моделирования при больших степенях сжатия водорода.

Ключевые слова: Реальное уравнение состояния водорода, сжатие до больших значений плотности, аппроксимация аналитическими функциями, скорость звука.

Исследование явлений неограниченной кумуляции энергии актуально в связи с различными приложениями в науке и технике. Одной из задач, связанных с эффектом неограниченной кумуляции, является управляемый термоядерный лазерный синтез, описанный, например, в книге Е. И. Забабахина, И. Е. Забабахина [4]. При термоядерном лазерном синтезе для инициирования термоядерных процессов необходимо получить очень большие значения плотности и температуры. С точки зрения минимизации энергетических затрат для достижения требуемых значений параметров наибольший интерес представляют режимы, при которых осуществляется безударное сжатие вещества. Кроме того, именно режимы безударного сильного сжатия позволяют получить большие значения плотности газа.

Решение задачи безударного сильного сжатия невозможно без математического моделирования. В качестве математической модели, достаточно адекватно описы-

вающей процессы сжатия, часто используется модель идеального газа.

Ниже строятся такие решения системы уравнения газовой динамики для политропного газа

$$\begin{cases} \sigma_t + \vec{V} \cdot \nabla \sigma + \frac{(\gamma - 1)}{2} \sigma \cdot \operatorname{div} \vec{V} = 0, \\ \vec{V}_t + (\vec{V} \cdot \nabla) \vec{V} + \frac{2}{(\gamma - 1)} \sigma \cdot s^2 \nabla \sigma + \frac{2}{\gamma} \sigma^2 s \nabla s = \vec{0}, \\ s_t + \vec{V} \nabla s = 0, \end{cases} \quad (1)$$

которые описывают процессы безударного сильного сжатия газа. В системе (1) $\sigma = \rho^{(\gamma-1)/2}$; ρ — плотность; γ — константа в уравнении состояния $p = A^2(S) \rho^\gamma / \gamma$, $\gamma > 1$; p — давление; S — энтропия; $s = A(S)$; $\vec{V} = (u, v, w)$ — скорость газа; $\nabla = (\partial / \partial x_1, \partial / \partial x_2, \partial / \partial x_3)$ — оператор градиента; точкой помечено скалярное произведение; t , x_1 , x_2 ,

x_3 — независимые переменные, обозначающие соответственно время и декартовы координаты точки из R^3 ; $\vec{U} = (\sigma, u, v, w, s)$ — искомые функции. При этом c — скорость звука газа задается соотношением $c = s\sigma^l$.

Математическое моделирование безударного сильного сжатия газа ведется в различных направлениях.

Первое направление математического моделирования безударного сильного сжатия газа (первоначально однородного и покоящегося газа) состоит в использовании точных решений систем уравнений газовой динамики для политропного газа.

Е.И. Забабахиним, Е.И. Забабахиним [4] указано, что впервые простая центрированная волна Римана применена Гюонио в 1889 г. [13] и Рэлеем в 1910 г. [14] к описанию безударного сильного сжатия плоского слоя газа. Подробное описание безударного сжатия до бесконечной плоскости плоского слоя первоначально однородного и покоящегося газа имеется в книге К.П. Станюковича [11]. А.Ф. Сидоровым [15] имеющийся при построении не автомодельной простой волны Римана произвол в одну функцию одной переменной, использован для описания сжатия плоского слоя, в котором бесконечное значение плотности достигается только в одной точке. Интерпретации этих решений для задач о безударном сильном сжатии газа посвящены работы Я.М. Каждана [7], И.Е. Забабахина, В.А. Симоненко [5], А.Н. Крайко, Н.И. Тилляевой [8].

Другое направление математического моделирования безударного сильного сжатия газа связано с приближенными: аналитическими, численными или комбинированными численно-аналитическими методами. Например, Г.В. Долголевой, А.В. Забродиним [6] рассмотрены решения уравнений газодинамики, реализующие неограниченное по плотности безударное сжатие в плоском, цилиндрическом и сферическом случаях и показано, что в рамках оболочечной системы можно подобрать такой закон энерговоложения, который позволяет воспроизвести зависимости скорости и давления на внешней границе сжимаемого слоя, необходимые для осуществления безударного сжатия в смеси дейтерий-третий.

В монографии С.П. Баутина [1] предложен единый подход к математическому моделированию безударного сильного сжатия газа. Данный подход состоит в следующем. Сначала для системы уравнений газовой динамики ставятся начально-краевые задачи, описывающие процесс безударного сильного сжатия произвольного, локально аналитического, фонового течения на произвольной, локально аналитической поверхности. Для поставленных начально-краевых задач доказываются тео-

ремы существования и единственности аналитических и кусочно-аналитических решений. При этом одним из элементов составного решения обязательно является обобщение простой центрированной волны Римана. Если это обобщение центрированной волны стыкуется через слабый разрыв только с фоновым течением, то таким образом описывается сжатие газа до бесконечной плотности. Сжатие газа до любой наперед заданной конечной плотности описывается при состыковке обобщенной центрированной волны: с одной стороны, через слабый разрыв с фоновым течением, а с другой — через второй слабый разрыв с течением, имеющим наперед заданное нужное распределение плотности. Решения рассматриваемых задач представляется в виде бесконечных рядов с коэффициентами, рекуррентно определяемыми в явном виде или через квадратуры. Исследуются свойства решений, в том числе, устанавливаются асимптотические законы поведения газодинамических параметров при неограниченном росте плотности. Этот подход получил дальнейшее развитие как в работах С.П. Баутина [2], так и в работах его учеников.

Исследование реальных уравнений состояния и учет влияния дополнительных физических эффектов являются наиболее актуальными и востребованными практикой направлениями исследования процессов безударного сильного сжатия газа (см. [10, с. 467], [1, с. 139]), полученных в соответствующих, как правило, очень сложных физических экспериментах, в которых исследуются термодинамические свойства заданных реальных сред.

Рассматривается система уравнений газовой динамики с произвольным уравнением состояния. Уравнение состояния может быть представлено в разных видах. Например, если уравнение состояния представлено в виде $p = p(\rho, e)$, то система уравнений газовой динамики для одномерных течений имеет вид

$$\begin{cases} \rho_t + u\rho_r + \rho(u_r + \vartheta \frac{u}{r}) = 0, \\ u_t + uu_r + \frac{1}{\rho} p_r = 0, \\ e_t + ue_r + \frac{p}{\rho}(u_r + \vartheta \frac{u}{r}) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь:

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^{g+1} x_i^2} \geq 0, \vartheta = 0, 1, 2, \rho —$$

плотность, u — скорость, p — давление, e — внутренняя энергия, t — время.

В работе [9] в виде графика (см. рис. 1) приведена зависимость давления p и от плотности ρ , описывающая

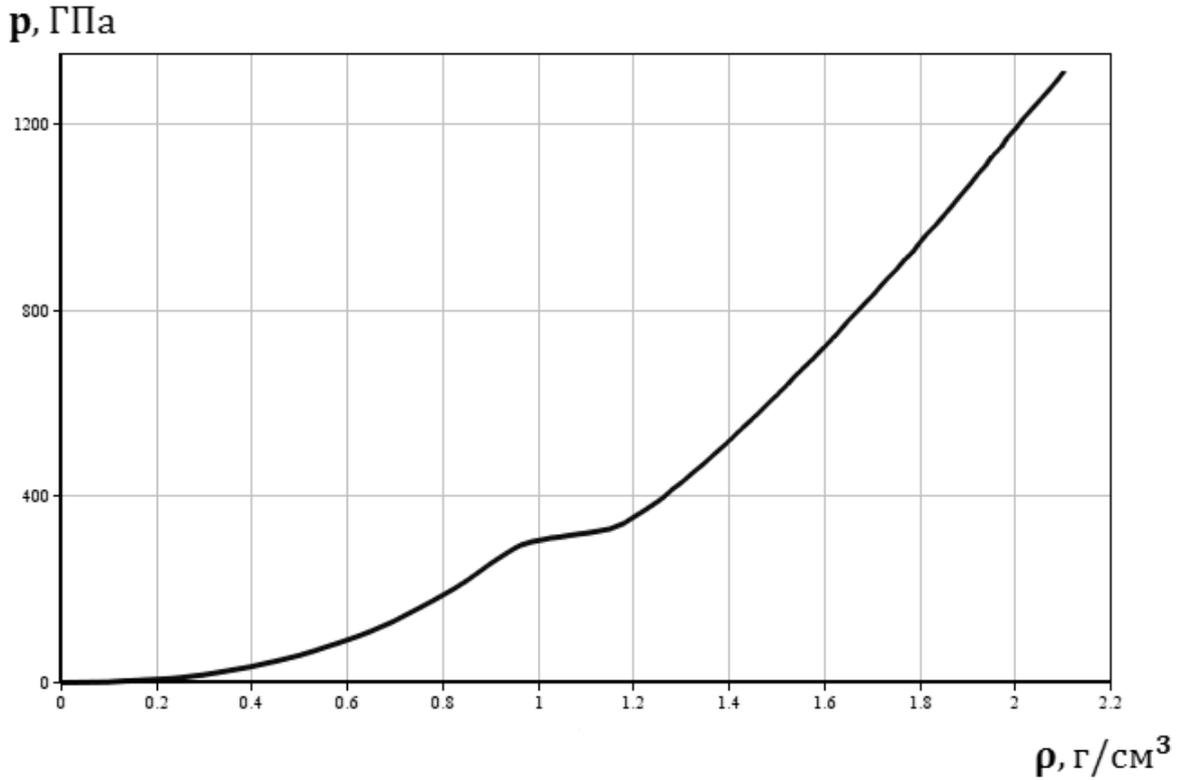


Рис. 1. График изэнтропы водорода (исходные данные)

изэнтропическое сжатие водорода до очень больших значений давления и плотности. Единицы измерения на (рис. 1): вдоль оси абсцисс — г/см^3 вдоль оси ординат — ГПа. В диапазоне изменения плотности $0,9 - \text{г/см}^3$ скорость нарастания давления от 260 ГПа до 380 ГПа существенно меняется. Такая аномалия в поведении давления связывается [9] с переходом водорода при этих условиях из молекулярного состояния в атомарное.

Для математического исследования зависимости давления от плотности, полученной в результате физических экспериментов, представленной на графике (рис. 1) удобно представлять данную зависимость аналитическими функциями [12]. Такие аналитические функции найдены в виде рациональных дробей [3] и полиномов разных старших степеней [12]. Также проанализирована погрешность, с которой зависимость давления от плотности (рис. 1) аппроксимируется найденными аналитическими функциями.

В данной работе рассмотрим вопрос аналитического приближения скорости звука

$$\frac{\partial p}{\partial \rho} = c^2.$$

Изучение и анализ скорости звука в газовой динамике представляется важным. Скорость звука — это ско-

рость распространения малых возмущений, а в среде, где степень сжатия большая, возмущения могут быть очень маленькие, но они гуляют с разными скоростями, что приводит к созданию фона. Аналитическое приближение скорости звука рассмотрим, как на полном участке изменения плотности в отрезке $[0,2.1] \text{ г/см}^3$, так и на среднем участке изменения плотности $[0.5,1.5] \text{ г/см}^3$. Зависимость давления от плотности, представленной на графике (рис. 1)

Проведем анализ скорости звука на полном интервале. В работе [12] для зависимости давления от плотности (рис.1) в интервале изменения плотности $(0,2.1) \text{ г/см}^3$ выполнена аппроксимация с помощью полинома 15 степени с хорошей относительной погрешностью. Эта аппроксимация задается функцией

$$p(\rho) = \sum_{k=0}^5 a_k \rho^k,$$

где коэффициенты принимают следующие значения

$$\begin{aligned} a_0 &= -0,0622107, a_1 = -518,496256, \\ a_2 &= 13023,477609, a_3 = -123965,859, \\ a_4 &= 618449,144473, a_5 = -1786826,42437, \\ a_6 &= 3150504,10151, a_7 = -3410169,47311, \\ a_8 &= 2145703,55086, a_9 = -626796,911108, \\ a_{10} &= -257,8081593, a_{11} = -31814,512088, a_{12} = \end{aligned}$$

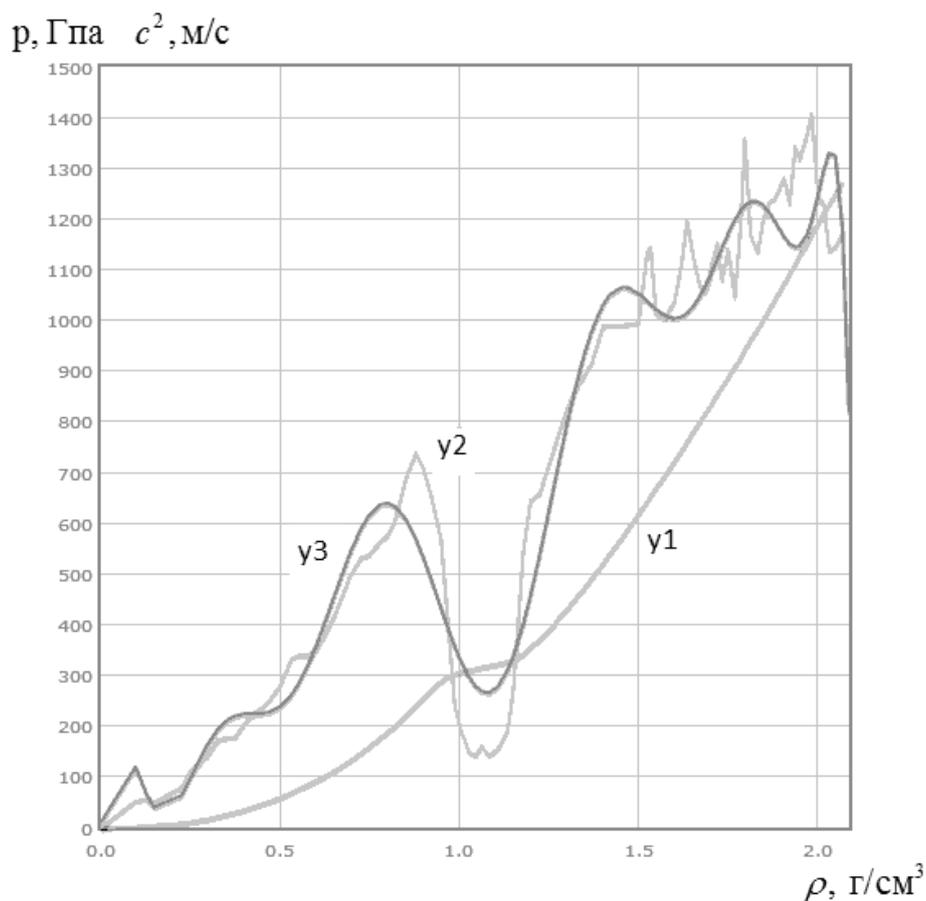


Рис. 2. Сравнительный график исходной функции (y1), производной функции заданной таблицей (y2) и производной полинома 15 степени (y3)

$$96649,564, a_{13} = -56383,5349594, \\ a_{14} = 14040,262236, a_{15} = -1339,226833$$

Далее рассчитаем производные табличной функции и функции которая аппроксимирует зависимость давления от плотности на всем интервале изменения плотности.

Производная функции заданной таблично вычислена по методу Лагранжа (метод по трем точкам):

$$P(x) = \frac{2x - x_1 - x_2}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)} y_0 + \frac{2x - x_0 - x_2}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)} y_1 + \\ + \frac{2x - x_0 - x_1}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)} y_2$$

Производная полинома степени 15 имеет вид

$$p(\rho) = \sum_{k=1}^{15} a_k \rho^{k-1},$$

где коэффициенты принимают следующие значения

$$a_1 = -518,496256, a_2 = 26046,955218, \\ a_3 = -371897,577, a_4 = 2473796,57789, \\ a_5 = -8934132,12185, a_6 = 18903024,60906, \\ a_7 = -23871186,31177, a_8 = 17165628,40688, \\ a_9 = -5641172,199972, a_{10} = -2578,081593, \\ a_{11} = -349959,632968, a_{12} = 1159794,768, \\ a_{13} = -732985,9544722, a_{14} = 196563,671304, \\ a_{15} = -20088,402495$$

Сравнительный график исходной функции и производных представлен на рис. 2

Далее проведем анализ скорости звука на среднем интервале. В работе [12] для зависимости давления от плотности (рис. 1) в интервале изменения плотности $(0.5, 1.5) \text{ г/см}^3$ выполнена аппроксимация с помощью полинома 15 степени с хорошей относительной погрешностью. Эта аппроксимация задается функцией

$$p(\rho) = \sum_{k=0}^5 a_k \rho^k,$$

где коэффициенты принимают следующие значения

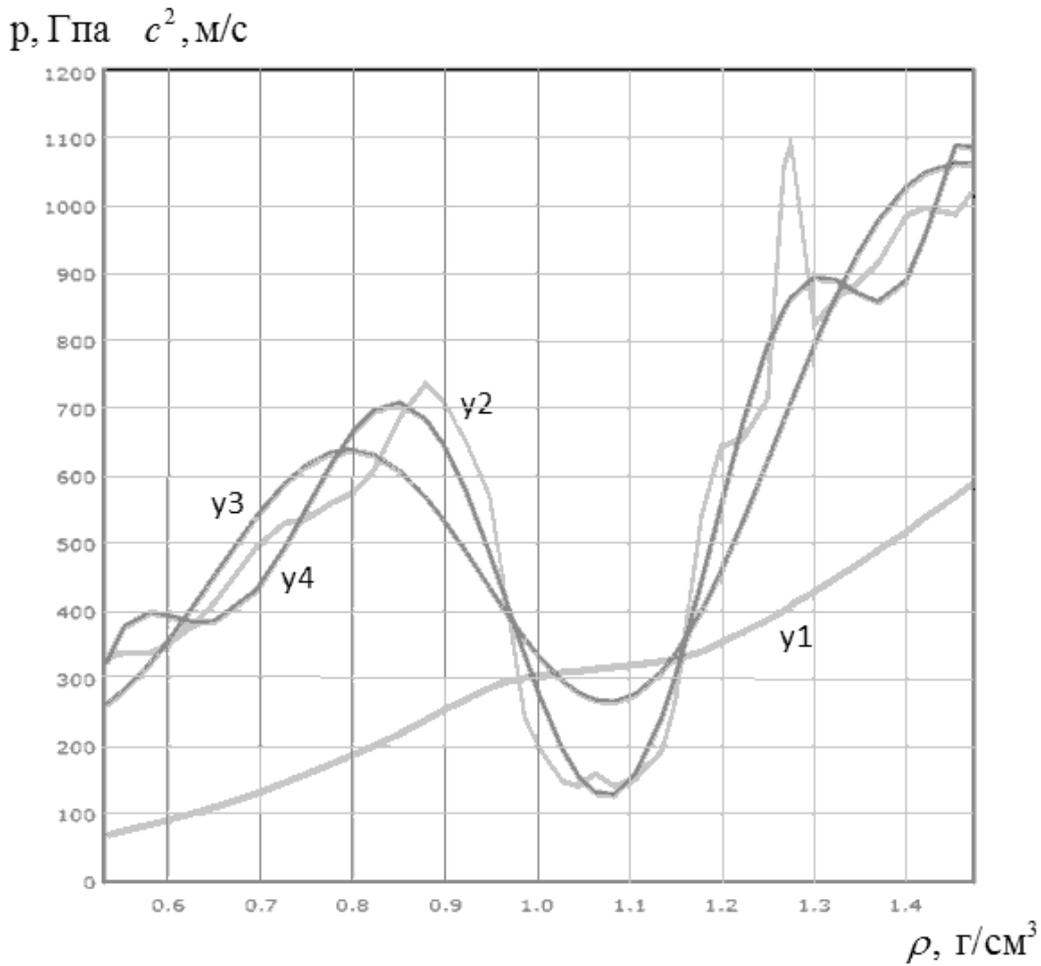


Рис. 3. Сравнительный график исходной функции (y1)
 Производной функции заданной таблицей (y2)
 Производной полинома 15 степени для полного графика (y3)
 Производной полинома 15 степени для среднего графика (y4)

$a_0 = 17253,10614, a_1 = -120684,1509,$
 $a_2 = 295906,8501, a_3 = -222406,8021,$
 $a_4 = -205727,162039, a_5 = 330663,3291,$
 $a_6 = 54501,934, a_7 = -140133,6631,$
 $a_8 = -118981,632392, a_9 = 76691,2753,$
 $a_{10} = 66660,798, a_{11} = -44,980268,$
 $a_{12} = -37334,06423, a_{13} = -14615,06423,$
 $a_{14} = 24606,6137, a_{15} = -6151,477$

Далее рассчитаем производные табличной функции и функции, которая аппроксимирует зависимость давления от плотности на среднем интервале изменения плотности (0.5,1.5).

Производная полинома степени 15 имеет вид

$$p(\rho) = \sum_{k=1}^{15} a_k \rho^{k-1},$$

где коэффициенты принимают следующие значения

$a_1 = -120684,1509, a_2 = 591813,7,$
 $a_3 = -667220,4065, a_4 = -822908,648,$
 $a_5 = 1653316,645, a_6 = 327011,605,$
 $a_7 = -980935,642, a_8 = -951853,059,$
 $a_9 = 690221,477, a_{10} = 666607,980,$
 $a_{11} = -494,782, a_{12} = -446808,77,$
 $a_{13} = -190002,366, a_{14} = 344492,592,$
 $a_{15} = -92272,168$

Сравнительный график исходной функции и производных представлен на рис. 3 (средний график)

Анализируя графики на рис. 2, рис. 3 можно сделать вывод, что приближение на среднем участке (в интервале изменения плотности (0.5,1.5)) хорошее, на рис. 2, рис. 3., вне этого интервала наблюдается большая погрешность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баутин С. П. Математическая теория безударного сильного сжатия идеального газа. — Новосибирск: Наука, 2007. — 312 с.
2. Баутин С. П. Безударное сверхсжатие идеального газа. // Вычислительные технологии. 1998. — Т. 3, № 6. — С. 3–8.
3. Баутин С. П., Ягупов С. А. Математическое исследование безударного сжатия водорода с реальным уравнением состояния // Вычислительные технологии. — 2001. — Т. 6 — С. 103–107.
4. Забабахин Е. И. Забабахин И. Е. Явления неограниченной кумуляции. М.: Наука, 1988. — 172 с.
5. Забабахин И. Е., Симоненко В. А. Сферическая центрированная волна сжатия // Прикладная математика и механика. 1978. Т. 42, вып. 3. — С. 573–576.
6. Долголева Г. В., Забродин А. В. Разработка темоядерных мишеней на основе реализации концепции безударного сжатия // Аэромеханика и газовая динамика. 2002, № 2. — С. 48–54.
7. Каждан Я. М. К вопросу об адиабатическом сжатии газа под действием сферического поршня // Журнал прикладной механики и технической физики. — 1977. — № 1. — С. 23–30.
8. Крайко А. Н., Тилляева Н. И. Автомодельное сжатие идеального газа плоским, цилиндрическим или сферическим поршнем // Теплофизика высоких температур. — 1998. Т. 36, № 1. С. 120–128.
9. Копышев В. П., Урлин В. Д. Изэнтропическая сжимаемость водорода и уравнения состояния водорода до давления 1ТПа // Ударные волны и экстремальные состояния вещества. Под ред. В. Е. Фортова и др. М.: Наука — 2000. — С. 297–314.
10. Сидоров А. Ф. Избранные труды: математика. Механика. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 576 с.
11. Станюкевич К. П. Неуставившиеся движения сплошной среды. М.: Гос. изд-во техн.-теор. лит-ры. — 1955. — 804 с.
12. Ягупов С. А. Аппроксимация реального уравнения состояния водорода при больших степенях сжатия, полученного в физических экспериментах // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики: Серия «Естественные и технические науки». — 2016. — № 4. — С. 58–63.
13. Hugoniot P. H. Sur la propagation du mouvement dans les corps et spécialement dans les gas parfaits, II // Journal de l'Ecole Polytechnique. — 1889. — № 5. — P. 1–125.
14. Lord Rayleigh (Strutt J. W.) Aerial plane of finite amplitude // Proceedings of the Royal Society of London. 1910. — Vol. 84. — P. 247–284.
15. Sidorov A. F. Mathematical modeling of the processes of unshocked gas compression // Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modelling. — 1995. — Vol. 10, № 3. P. 255–277.

© Ягупов Станислав Александрович (Sya_s@mail.ru), Мезенцев Алексей Владимирович (amezentsev@usurt.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Уральский государственный университет путей сообщения

МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ КАК ОДНА ИЗ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЫ

METABOLIC SYNDROME AS ONE OF THE MAIN PROBLEMS OF MODERN MEDICINE

E. Andreeva
E. Andreeva

Annotation. The urgency of the problem of MS in recent decades has increased significantly due to urbanization, lifestyle changes, a significant limitation of physical activity, improper nutrition with an increase in the share of high-calorie foods, increased stress loads. The main components of MS: arterial hypertension, dyslipidemia, type 2 diabetes and obesity can lead to life-threatening complications, including: myocardial infarction, stroke and circulatory insufficiency.

In addition, the association of MS with a different somatic pathology contributes to a more severe course of the latter.

Of particular interest at present is the study of digestive tract diseases (in particular, gastroesophageal reflux disease) on the background of MS, since it is noted that the metabolic activity of visceral adipose tissue is able to influence the tone of the lower esophageal sphincter and the esophageal clearance.

Keywords: metabolic syndrome, visceral obesity, gastroesophageal reflux disease, arterial hypertension.

Андреева Екатерина Анатольевна

Аспирант, Ставропольский государственный
медицинский университет
ek-andr@yandex.ru

Андреева Елена Ивановна

К.м.н., доцент, Ставропольский государственный
медицинский университет
eandreeva-doctor@yandex.ru

Аннотация. Актуальность проблемы метаболического синдрома (МС) в последние десятилетия значительно возросла вследствие урбанизации, изменения образа жизни, значительного ограничения физической активности, неправильным питанием с увеличением доли высококалорийных продуктов, повышением стрессовых нагрузок. Основные компоненты МС: артериальная гипертензия, дислипидемия, сахарный диабет 2 типа и ожирение способны приводить к жизнеугрожающим осложнениям, среди которых: инфаркт миокарда, инсульт и недостаточность кровообращения.

Кроме того, ассоциация МС с другой соматической патологией способствует более тяжелому течению последней.

Особый интерес в настоящее время представляет изучение заболеваний пищеварительного тракта (в частности, гастроэзофагеальной рефлюксной болезни) на фоне МС, поскольку отмечено, что метаболическая активность висцеральной жировой ткани способна оказывать влияние на тонус нижнего пищеводного сфинктера и на пищеводный клиренс.

Ключевые слова: метаболический синдром, висцеральное ожирение, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, артериальная гипертензия.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) представляют собой основную патологию среди причин заболеваемости и смертности населения [1,10,11].

Это связано, прежде всего, с высокой распространенностью метаболического синдрома и его неблагоприятным влиянием на течение и прогноз пациентов с ССЗ [1,19].

Изменение образа жизни, обусловленное ограничением физической активности, увеличением калорийности пищевых продуктов и неуклонным ростом эмоционально-стрессовых нагрузок способствует потенцированию основных факторов риска возникновения ССЗ, среди которых особую роль отводят повышению артериального давления (АД), дислипидемии, сахарному диабету (СД) и ожирению [4,9].

Под термином «метаболический синдром» большинство авторов понимают взаимосвязанное сочетание данных патологий [1,11,14].

Сведения о распространенности метаболического синдрома у взрослого населения Западной Европы значительно варьируют, что связано с используемыми диагностическими критериями: согласно критериям ВОЗ — около 25%; по критериям Европейской группы по исследованию инсулинорезистентности — 15%.

Результаты исследования DECOR демонстрируют, что частота распространения МС среди взрослого населения Западной Европы составляет 15%, в Индии — 13%, в Иране — до 30% [19].

По данным Первого Международного конгресса по преддиабету и МС (2005), в Китае МС зарегистрирован у 10% взрослого населения, в США, Австралии и ев-

ропейских странах у 15–25% взрослых. Также отмечен тот факт, что в группе пожилых, а также лиц с недостаточной физической активностью и страдающих избыточной массой тела частота его встречаемости значительно выше.

По данным ВОЗ, число больных, страдающих МС, в настоящее время в несколько раз превышает число больных с СД 2 типа, и в ближайшие 20 лет отмечена перспектива увеличения данного показателя практически вдвое [1,14].

В литературных данных высокая распространенность МС в начале XXI века все чаще обозначается как пандемия, связанная с урбанизацией постиндустриального общества, поскольку среди важных факторов, предрасполагающих развитию МС отмечены: сниженная физическая активность и неправильное питание.

В настоящее время в литературных данных большое внимание уделяется не только влиянию МС на течение и прогноз ССЗ, но и ряда других заболеваний, среди которых по распространенности гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ) имеет первостепенное значение [20].

По мнению, некоторых авторов, метаболический синдром создает условия для формирования и прогрессирования ГЭРБ [16,20].

В ходе многих эпидемиологических исследований зафиксирована коррелятивная связь между избыточной массой тела с наличием висцерального ожирения и ГЭРБ: чем выше показатели активности висцеральной жировой ткани, тем выше и риск ее формирования [17,18].

Цель работы: анализ литературных данных, посвященных проблеме метаболического синдрома и его влияние на течение ГЭРБ.

Впервые понятие «синдрома X» или «метаболического синдрома» было предложено G. Reaven в 1988 г.

Однако рассмотрение проблемы МС началось гораздо раньше. Еще в 1966 г. J. Samus было предложено рассмотреть наличие взаимосвязи между такими патологическими состояниями, как гиперлипидемия, СД 2 типа и подагра. Данные нарушения обмена были обозначены им как «метаболический трисиндром» (trisyndrome metabolique).

В 1968 г. H. Mehnert и H. Kuhlmann была описана взаимосвязь факторов, которые способны вызывать обменные нарушения при артериальной гипертензии и сахар-

ном диабете, и введено понятие «синдрома избытия» [6].

Только в конце 1980-х годов несколькими авторами независимо друг от друга было отмечено, что имеется связь между артериальной гипертензией, гиперлипидемией, инсулинорезистентностью и ожирением.

В дальнейшем были отмечены другие патологические состояния, ассоциирующиеся с синдромом инсулинорезистентности, среди которых важную роль отводят: гипертрофии левого желудочка, сопровождающейся диастолической дисфункцией, повышению внутрисосудистой свертываемости крови и др. [7,14].

Большинство исследователей сходятся во мнении, что ведущим патогенетическим механизмом развития МС является инсулинорезистентность, поэтому в литературе нередко встречается применение «синдрома инсулинорезистентности» как синонима МС. Выявление лиц, страдающих МС имеет в практической медицине большое клиническое значение.

Это обусловлено некоторыми обстоятельствами: во-первых, данное патологическое состояние является обратимым, соответственно при своевременной и соответствующей терапии можно добиться исчезновения или, по крайней мере, уменьшения степени выраженности основных его проявлений; во-вторых, оно предшествует возникновению СД 2-го типа и атеросклероза, обеспечивающих возрастание смертности в популяции [9,11,13].

Большинство авторов согласно совокупности сочетания компонентов, делят МС на полный (артериальная гипертензия, дислипидемия, ожирение и СД 2 типа) и неполный, не включающий одну из вышеперечисленных составляющих [4,14,19].

Инсулинорезистентность, являющаяся ключевым моментом формирования МС запускает порочный круг симптомов, которые в итоге приводят к появлению тяжелых сердечно-сосудистых осложнений, таких как: инфаркт миокарда, мозговой инсульт и недостаточность кровообращения [13,15].

Отмечено, что ожирение, предрасполагающее к развитию артериальной гипертензии, снижает чувствительность периферических тканей к инсулину, тем самым предрасполагая к накоплению избыточной массы тела [4,16].

Некоторые исследователи полагают, что ассоциация артериальной гипертензии с некоторыми другими компонентами метаболического синдрома является неблагоприятным прогностическим признаком в отношении

развития заболеваний, которые связаны с атеросклерозом [10,19].

Ряд исследователей предлагают говорить о наличии МС в случае регистрации любых из двух перечисленных критериев, среди которых: абдоминально-висцеральное ожирение, инсулинорезистентность и гиперинсулинемия, дислипидемия, артериальная гипертензия, нарушение толерантности к глюкозе или наличие СД 2 типа, ранний атеросклероз/ИБС, нарушение гемостаза, гиперурикемия и подагра, микроальбуминурия, гиперандрогения [9,11,14].

Некоторые авторы сходятся во мнении, что основополагающим звеном МС является инсулинорезистентность, и только в случае ее установления могут рассматриваться отдельные компоненты МС [15].

Степень кардиоваскулярного риска при ожирении прежде всего обусловлена распределением жировой ткани в организме и значительно возрастает в случае наличия центрального, или «андроидного» типа, т.е. вследствие преимущественного расположения жира в области туловища по сравнению с бедрами и ягодицами.

Известно, что адипоциты висцеральной жировой ткани способны секретировать свободные жирные кислоты, которые затем попадают в воротную вену печени.

Повышенные концентрации свободных жирных кислот, подавляющие поглощение инсулина печенью, приводят к гиперинсулинемии и относительной инсулинорезистентности, сочетающейся, как правило, с гипергликемией и гипертриглицеридемией.

Главной особенностью строения висцеральной жировой ткани является большая плотность расположения кортикостероидных, андрогенных и β -адренорецепторов в интраабдоминальных адипоцитах и относительно меньшая плотность рецепторов к инсулину и $\alpha 2$ -адренорецепторов [4,16].

Данным обстоятельством можно объяснить высокую чувствительность висцеральной жировой ткани к липолитическому действию катехоламинов и низкую — к антилиполитическому действию инсулина.

Вследствие интенсивного липолиза, происходящего в интраабдоминальных адипоцитах, высвобождается большое количество свободных жирных кислот, поступающих по воротной вене в печень, а затем в системный кровоток.

Вследствие мощного и постоянного воздействия на печень свободных жирных кислот, происходит раз-

витие целого ряда метаболических нарушений, среди которых: инсулинорезистентность и системная гиперинсулинемия [4].

Отдельным аспектом проблемы метаболического синдрома, по мнению большинства авторов, являются его гендерные особенности развития.

Отмечено, что в группе от 20 до 49 лет МС чаще встречается у мужчин, в группах 50–69 лет распространенность данной патологии практически одинакова у мужчин и женщин, но в возрасте более 70 лет МС чаще регистрируется у женщин [10].

Одной из причин увеличения частоты встречаемости метаболического синдрома у женщин старших возрастных групп является менопауза.

Это заключение подтверждается данными исследования, которое было проведено в США среди женщин-эмигранток из бывшего СССР. На основании многофакторного анализа возрастных категорий и менопаузального статуса респонденток, специалистами был сделан вывод о постменопаузе как о независимом предикторе компонентов метаболического синдрома [19].

Многие исследователи полагают, что МС имеет многообразие клинических проявлений, причем каждый из его компонентов может негативно влиять на качество жизни, соответственно снижая показатели физического и психического здоровья.

В некоторых работах отмечено, что увеличение длительности существования отдельных компонентов метаболического синдрома и их прогрессирование способствует ухудшению показателей физической активности, эмоционального состояния и психологического здоровья [12].

В настоящее время исследователями выделяются три основных типа нарушения пищевого поведения: экстернальное пищевое поведение (неосознанный прием пищи), эмоциогенное пищевое поведение (гиперфагическая реакция на стресс), ограничительное пищевое поведение [5].

В работе Е. В. Корнеева и соавт., посвященной оценке пищевого поведения у пациентов с метаболическим синдромом, нарушения пищевого поведения были выявлены в 86,7% [8].

Некоторые авторы полагают, что коррекция пищевого поведения у пациентов с МС является важной составляющей в комплексной терапии вследствие того, что центр голода, находящийся в гипоталамусе, не способен

обеспечивать адекватный контроль над пищевым поведением, что проявляется переением [3,5].

В научной литературе МС чаще рассматривают как фактор риска заболеваний сердечно-сосудистой системы: о состоянии органов пищеварения при МС клиницистам известно мало.

Вместе с тем в ряде работ показано, что заболевания органов пищеварения могут отягощать течение заболеваний органов дыхания и др.

Избыточная масса тела как проявление метаболического синдрома является фактором риска развития заболеваний органов пищеварения, которые представлены «метаболической триадой», а именно [2,20]:

- ◆ заболевания пищевода, среди которых: гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь с частыми внепищеводными проявлениями, грыжи пищеводного отверстия диафрагмы;
- ◆ заболевания печени и билиарного тракта (неалкогольная жировая болезнь печени, холестероз желчного пузыря, желчнокаменная болезнь);
- ◆ заболевания толстой кишки (дивертикулез, полипы).

По мнению, некоторых авторов, метаболический синдром создает условия для формирования и прогрессирования ГЭРБ [17].

Это связано с тем, что метаболическая активность висцерального жира, активация липолиза, выброс свободных жирных кислот и адипоцитокинов могут снижать тонус нижнего пищеводного сфинктера и негативно влиять на пищеводный клиренс.

Кроме того, осуществляется опосредованная сенсibilизация рецепторов пищевода под воздействием провоспалительных медиаторов, что является домини-

рующим механизмом формирования ГЭРБ у пациентов с ожирением и способствует увеличению продолжительности и степени выраженности патологического рефлюкса [18].

В некоторых работах продемонстрировано, что у пациентов, страдающих ГЭРБ и ожирением более часто фиксируются смешанные рефлюксы (кислотно-щелочные) вследствие увеличения внутрибрюшного давления, заброса щелочного содержимого ДПК в желудок и пищевод, а также усиления волн антиперистальтики, ведущего к общему ощелачиванию просвета пищевода.

Наличие жидкостных и газовых рефлюксов (кроме кислых, кислотно-щелочных) у пациентов с ГЭРБ на фоне МС может быть обусловлено повышением уровня глюкозы, способствующего нарушениям моторно-эвакуаторной функции желудочно-кишечного тракта [2,20].

Таким образом, клинические проявления компонентов МС достаточно разнообразны, а его ассоциация с другой соматической патологией способна утяжелять течение последней.

ВЫВОДЫ

1. Метаболический синдром-актуальная проблема современной медицины из-за многообразия клинических проявлений и последствий, угрожающих жизни человека;

2. Особая роль как одному из компонентов метаболического синдрома отводится висцеральной жировой ткани вследствие ее метаболической активности;

3. Ассоциация МС с другой соматической патологией (в частности, с ГЭРБ) способствует более тяжелому течению последней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдельлатиф А.М., Шишова Т. А. Метаболический синдром и его влияние на сердечно-сосудистые осложнения у больных, перенесших острый коронарный синдром // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1–1. — С. 1346.
2. Бондаренко Е. Ю. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь у больных с ожирением / Е. Ю. Бондаренко, Л. А. Звенигородская // Тезисы IX Съезда научного общества гастроэнтерологов России. — М. — 2009. — С. 338.
3. Вознесенская Т. Г. Расстройства пищевого поведения при ожирении и их коррекция // Ожирение и метаболизм. — 2004. — № 2. — С. 5.
4. Дедов И. И. Ожирение. Метаболический синдром. Сахарный диабет: методические рекомендации. М., 2000.
5. Звенигородская Л. А., Кучеренко Т. В. Типы пищевого поведения и гормоны пищевого поведения у больных с метаболическим синдромом // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2007. — № 1. — С. 24–27.
6. Звенигородская Л. А., Конев Ю. В., Ефремов Л. И. Эволюция представлений о метаболическом синдроме // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2010. — № 7. — С. 3–5.
7. Консенсус российских экспертов по проблеме метаболического синдрома в РФ: определение, диагностические критерии, первичная профилактика и лечение // Актуальные вопросы болезней сердца и сосудов (Consilium Medicum). — 2010. — № 2. — С. 4–11.

8. Корнеева Е.В., Трекина Н.Е., Мамина А.А. Влияние пищевого поведения и физической активности на развитие метаболического синдрома у молодого трудоспособного населения, длительно проживающего в условиях крайнего севера. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2015. Т 14, № 1. — С. 41–46.
9. Котенко К.В., Слонимский Б.Ю. Динамика липидного и метаболического дисбаланса на фоне комплексных программ реабилитации при метаболическом синдроме // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2013. — № 9 (4). — С. 912–917.
10. Кравец Е.Б., Самойлова Ю.Г., Матюшева Н.Б. и др. Метаболический синдром в общей врачебной практике // Бюллетень сибирской медицины. — 2008. — № 1. — С. 80–87.
11. Лазебник Л.Б., Звенигородская Л.А., Егорова Е.Г. Метаболический синдром у пациентов с заболеваниями органов пищеварения // Тер. арх. — 2007; Т. 10. — С. 9–13.
12. Маколкин В.И. Метаболический синдром. — М.: Медицинское информационное агентство, 2010. — С. 144.
13. Суджаева О.А., Суджаева С.Г. Некоторые патофизиологические механизмы формирования расстройств психоэмоциональной сферы при метаболическом синдроме // Кардиология в Беларуси. — 2014. — № 2 (33). — С. 59–68.
14. Чазова И.Е., Мычка В.Б. Метаболический синдром, сахарный диабет 2 типа и артериальная гипертензия // Сердце: журнал для практикующих врачей. — 2003. — Т. 2, № 3. — С. 102–104.
15. Чернышева Е.Н., Панова Т.Н. Индуктор апоптоза — белок 353 и инсулинорезистентность при метаболическом синдроме // Кубанский научный медицинский вестник. — 2012. — № 2. — С. 186–190.
16. Cheng HL, Medlow S, Steinbeck K. The Health Consequences of Obesity in Young Adulthood. Curr Obes Rep. — 2016. — № 5 (1). — P. 30–37.
17. de Vries D. R. Gastroesophageal pressure gradients in gastroesophageal reflux disease: relations with hiatal hernia, body mass index, and esophageal acid exposure / de Vries D. R., van Herwaarden M. A., Smout A. J. & Samsom M. // Am. J. Gastroenterol. — 2009. — № 103. P. — 1349–1354.
18. Hampel H, Abraham NS, El-Serag HB. Meta-analysis: obesity and the risk for gastroesophageal reflux disease and its complications//Ann Intern Med. — 2005. — Vol. 2. — № 3. — P. 199–211.
19. Katsiki N, Athyros VG, Karagiannis A, et al. Metabolic Syndrome and Non-Cardiac Vascular Diseases: an Update from Human Studies. Curr Pharm Des. 2013.
20. Metabolic syndrome and gastro-esophageal reflux: A link towards a growing interest in developed countries / Ierardi E, Rosania R, Zotti M [et al.] // World J Gastrointest Pathophysiol. — 2010. — Vol. 1, № 3. — P. 91.

© Андреева Екатерина Анатольевна (ek-andr@yandex.ru), Андреева Елена Ивановна (eandreeva-doctor@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ставропольский государственный медицинский университет

ПЕРВИЧНАЯ ПРОФИЛАКТИКА СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ДЕТЕЙ В Г. НАЛЬЧИКЕ

PRIMARY PROPHYLAXIS OF STOMATOLOGIC DISEASES AT CHILDREN IN NALCHIK

**O. Gendugova
I. Hulaev
E. Nagoeva
D. Bozieva
A. Zhemukhova.**

Summary. The purpose of the work is to determine the level of significance of primary prevention of dental diseases in childhood. 113 children were interviewed. Research work was carried out to determine the level of significance of primary prevention of dental diseases among schoolchildren of the 2nd grade. According to the survey, it was found that attendance by children of a dentist at least once a year is 31%; knowledge of dental caries and its complications — 51%; replacement of toothbrushes 1 time in 3 months — 11%; knowledge of proper brushing of teeth — 9%. After conducting health lessons, the literacy rate of schoolchildren has grown significantly. From which follows the need to conduct educational work among school-age children. [1, p. 15].

Keywords: hygiene, prophylaxis, caries, fluorides, sanitary education.

Гендугова Оксана Мухарбиевна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (г. Нальчик)
oksistom@mail.ru

Хулаев Ибрагим Владимирович

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (г. Нальчик)
ibrzub07@mail.ru

Нагоева Эльнора Анатольевна

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (г. Нальчик)
ertana1985@mail.ru

Бозиева Джамия Султановна

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (г. Нальчик)

Жемухова Амина Амуровна

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (г. Нальчик)
Dorog0817@yandex.ru

Аннотация. Целью работы является определение уровня значимости первичной профилактики стоматологических заболеваний в детском возрасте. Опрошено 113 детей. Проведена исследовательская работа по определению уровня значимости первичной профилактики стоматологических заболеваний среди школьников 2-х классов. По данным проведенного опроса выявлено, что посещаемость детьми врача-стоматолога не менее 1 раза в год составляет 31%; знание о кариесе зубов и его осложнениях — 51%; замена зубных щеток 1 раз в 3 месяца — 11%; знание о правильной чистке зубов — 9%. После проведения уроков здоровья уровень грамотности школьников значительно вырос. Из чего следует необходимость проведения санитарно-просветительной работы среди детей школьного возраста [1, с. 15].

Ключевые слова: гигиена, профилактика, кариес, фториды, санитарное просвещение.

Гигиена полости рта играет важнейшую роль в профилактике стоматологических заболеваний [2, с. 21; 3, с. 17].

Основным и доступным мероприятием по первичной профилактике стоматологических заболеваний является гигиеническое обучение и воспитание, включающее в себя санитарно-просветительную работу, направленную на обучение методам индивидуальной гигиены полости рта.

Санитарно-просветительная работа объединяет два направления:

- ◆ пропаганду медицинских знаний о здоровом образе жизни человека и методах профилактики заболеваний;
- ◆ агитацию населения за соблюдение правил и методов здорового образа жизни.

Программы профилактики стоматологических заболеваний включают в себя не только стоматологическое просвещение населения и обучение гигиене полости рта, но и применение фторидов. Большой клинический опыт использования фторидов (с помощью системных и местных методов) в программах профилактики стоматологических заболеваний в нашей стране доказал

свою эффективность. Они замедляют развитие кариеса, изменяя структуру эмали, снижая растворимость эмали под действием кислот. Кроме того, фториды обладают угнетающим влиянием на рост и обмен веществ бактерии зубного налета.

Фториды могут поступать в ткани зуба двумя путями:

- ◆ эндогенный (с питьевой водой, пищей, лекарствами);
- ◆ экзогенный (Непосредственно на поверхность эмали).

Для эндогенного введения фторидов организм человека знает показания, главными из которых являются:

- ◆ высокая заболеваемость кариесом зубов среди населения;
- ◆ низкое содержание фторидов в питьевой воде (менее половины дозы, для данной климатической зоны);
- ◆ отсутствие других источников системного введения фторидов.

Данный метод профилактики кариеса зубов требует регулярного контроля и соблюдения мер предосторожности. Необходима разработка надежных способов контроля над поступлением фторидов в количествах, эффективных для профилактики кариеса зубов и в то же время безопасных для общего здоровья человека.

Средства фторидпрофилактики местного назначения используются для профилактики кариеса временных и постоянных зубов [4, с. 51].

Уход за зубами с помощью фторидсодержащей зубной пасты дает стойкий профилактический эффект (редукция прироста кариеса составляет 30–40%), который является следствием уменьшения количества зубного налета и укрепления структуры зуба [5, с. 244; 6, с. 20; 7, с. 66]. Фторидсодержащие лаки и гели используют для пролонгирования периода воздействия фторида на эмаль. Они образуют пленку, остающуюся на зубах в течение нескольких часов, а в фиссурах — несколько дней. Стоматологическая эффективность от применения фтористых лаков составляет 40–70%.

При регулярном использовании растворов фторида натрия (0,05% –1 раз в день) замедляется образование зубного налета, улучшается гигиеническое состояние полости рта. Этот метод не требует больших временных и материальных затрат и в то же время достаточно эффективен. Стоматологическая эффективность полосканий в среднем составляет 40–60% [8, с. 54; 9, с. 112; 10, с. 18; 11].

Для формирования полноценной структуры эмали, резистентной к действию кислот, необходимы не только

фториды, но и такие микроэлементы, как кальций и фосфор [12, с. 63]. Довольно часто рацион питания ребенка не обеспечивает физиологической потребности растущего организма в этих минералах. В связи с этим детям в период роста и развития можно порекомендовать препараты, в состав которых входят эти микроэлементы.

Таким образом, использование данных препаратов существенно влияет на показатели кариеса зубов у детей, поступление даже небольших количеств фторида является необходимым условием для поддержания резистентности эмали. Особенно привлекательна легкость использования препаратов: пациенты могут применять их самостоятельно, без специальных навыков [13, с. 14].

Еще одним местным средством профилактики служат герметики (силанты) [14, с. 21]. Суть заключается в создании физического барьера, предотвращающего попадание в ретенционные участки эмали бактерий и продуктов их жизнедеятельности. Герметизацию фиссур первых постоянных моляров целесообразно осуществлять в 5–6 лет, первых премоляров — в 9–10 лет, вторых премоляров — в 12–13 лет, вторых моляров — в 12–13 лет. В качестве герметиков используются пломбирочные материалы, обладающие бактериостатическим, кариесостатическим действием за счет высвобождения фторид-ионов [15, с. 11; 16, с. 221; 17, с. 41–43].

Следовательно, комплексный подход к стоматологической профилактике — это целый ряд мероприятий, которые должны реализовываться в системе диспансерного наблюдения населения [18, с. 102]. Для достижения максимальной эффективности стоматологического просвещения среди детского населения необходимо непрерывное его проведение [19, с. 1433]. Это способствует сохранению стоматологического здоровья и улучшения качества жизни населения [20, с. 233].

Цель исследования

Определение уровня значимости первичной профилактики стоматологических заболеваний среди детского населения г. Нальчика путем опроса школьников 2-х классов до и после проведения урока здоровья.

Материалы и методы

Объектом исследования были школьники 2-х классов г. Нальчика. Всего опрошено 113 детей до и после уроков здоровья, средний возраст 9 лет.

Были проведены уроки здоровья, в которых рассказывалось о правилах ухода за полостью рта, подборе щеток и паст. Также в тематику просвещения вошли вопросы о правильном питании и правильном образе жизни.

Результаты и обсуждение

По полученным в результате опроса данным 31% опрошенных детей указали на посещение врача-стоматолога в г. Нальчике не менее 1 раза в год; знанием о кариесе зубов и его осложнениях обладает 51% опрошенных; замену зубных щеток 1 раз в 3 месяца производят 11%; знанием о правильной чистке зубов обладают 9% опрошенных школьников.

После проведения уроков здоровья, в которых рассказывалось о правилах ухода за полостью рта, щетках и пастах, о правильном питании и т.д., посещаемость врача-стоматолога не менее 1 раза в год среди школьников увеличилась до 78%; знание о кариесе зубов и его осложнениях — до 69%; замену зубных щеток 1 раз в 3

месяца производят 83%; знание о правильной чистке зубов повысилось до 91%.

В результате проведенного статистического анализа было выявлено, что проведение уроков здоровья среди школьников является эффективным.

Заключение

После проведения уроков здоровья уровень грамотности в вопросе ухода за полостью рта среди школьников значительно вырос. Таким образом, можно сделать вывод о необходимости проведения санитарно-просветительной работы среди детей школьного возраста, а также пропаганды значимости и результативности мероприятий по профилактике стоматологических заболеваний среди их родителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Янушевич О. О. Стоматологическая заболеваемость населения России. Состояние тканей пародонта и слизистой оболочки рта. М.: МГМСУ, 2009. 228 с.
2. Кузьмина И. Н. Профилактика кариеса зубов в различных возрастных группах населения (мониторинг, тактика, методы, программы): Дис. ... д-ра мед. наук. М., 2013. 235 с.
3. Лаптева Л. И. Комплексная медико-педагогическая программа профилактики основных стоматологических заболеваний с учетом возрастных психо-физиологических особенностей детей и подростков: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2001. 24 с.
4. Кузьмина И. Н. Современные подходы к профилактике кариеса жевательных поверхностей постоянных зубов: учебное пособие для системы послевузовского образования. М.: МГМСУ, 2012. 80 с.
5. Кузьмина Э. М. Гигиенист стоматологический. Учебник. М.: МГМСУ, 2012. 416 с.
6. Абдусаламова Б. Ф. Клинико-лабораторная оценка эффективности зубных щеток: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2010. 24 с.
7. Царёв В. Н., Трефилов А. Г., Клейменова Г. Н. Пространственно-временная модель формирования биопленки полости рта: взаимосвязь процессов первичной адгезии и микробной колонизации. // Dental Forum. 2011. № 5. С. 126–131.
8. Хоменко Л. А., Биденко Н. В., Остапко Е. И. Современные средства экзогенной профилактики полости рта. Киев: «Книга Плюс», 2001. 207 с.
9. Улитовский С. Б. Практическая гигиена полости рта. М.: Редакция журнала «Новое в стоматологии», 2002. 328 с.
10. Лапатина А. В. Клинико-лабораторная оценка эффективности применения ополаскивателей полости рта у пациентов с гингивитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2010. 26 с.
11. Здоровье полости рта, 2012 г. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/ru/> (дата обращения: 16.03.2017).
12. Кузьмина Э. М. Кальций в комплексной профилактике стоматологических заболеваний у беременных женщин и подростков. Учебное пособие. М.: МГМСУ, 2012. 92 с.
13. Невдачина И. Ф. Клинико-лабораторное обоснование профилактических мероприятий при реставрациях твердых тканей зубов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 24 с.
14. Паздникова Н. К. Клинико-лабораторное обоснование применения герметиков для профилактики кариеса постоянных зубов у детей: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. 24 с.
15. Кузьмина Э. М., Смирнова Т. А. Фториды в клинической стоматологии. Пособие для врачей. М.: МГМСУ, 2001. 32 с.
16. Robke F. J. Fluoridierungsprogramm in einem sozialen Brennpunkt in Hannover [Zahnmed. Diss.] Berlin: Humboldt Universitat, 1997, 265 с.
17. Zimmer S., Bizhang M., Seemann R., Witzke S., Roulet J-F. The effect of a preventive program, including the application of low-concentration fluoride varnish on caries control in high-risk children // Clinical Oral Investigation. 2001. Tom 5, pp. 40–44.
18. Oral health surveys. Basic methods. Fifth edition. WHO, 2013. 124 pp.
19. Oxford textbook of public health. Fifth edition. Oxford: Oxford university press, 2009. 1769 pp.
20. Meyer-Lueckel H., Paris S., Ekstrand K. R. Caries Management — science and clinical practice. Thieme, New York, 2013, 414 pp.

© Гендугова Оксана Мухарбиевна (oksistom@mail.ru), Хулаев Ибрагим Владимирович (ibrazub07@mail.ru),

Нагоева Эльнора Анатольевна (ertana1985@mail.ru), Бозиева Джамиля Султановна

Жемухова Амина Амуровна (Dorog0817@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВНУТРЕННЕЙ КАРТИНЫ БОЛЕЗНИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ, СТРАДАЮЩИХ ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

SOME ASPECTS OF INTERNAL PICTURE OF THE DISEASE IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH CEREBRAL PALSY

E. Zharova

Summary. The review deals with some aspects of the internal picture of the disease in children and adolescents with cerebral palsy, the interaction of psychometric indicators against each other and their impact on the process of treatment and rehabilitation.

Keywords: internal picture of the disease, cerebral palsy, type of attitude towards the disease, coping, psychological protection.

Жарова Елена Юрьевна

*К.м.н., Казанский государственный медицинский университет
dr.zharova@mail.ru*

Аннотация. В обзорной статье рассмотрены отдельные аспекты внутренней картины болезни у детей и подростков с ДЦП, связь психометрических показателей между собой и их влияние на процесс лечения и реабилитации.

Ключевые слова: внутренняя картина болезни, детский церебральный паралич, тип отношения к болезни, копинг-стратегии, психологические защиты.

Детский церебральный паралич (ДЦП) — это состояние, требующее мультидисциплинарного подхода. В настоящее время его рассматривают как совокупность клинических, психологических и социальных факторов, оказывающих дезадаптирующее влияние на человека и приводящих к ограничению его жизнедеятельности [1].

Сочетание двигательных, речевых и психических нарушений при ДЦП обуславливает требования к сочетанному проведению комплексных лечебно-реабилитационных мероприятий, направленных на коррекцию указанных нарушений [2]. И, как и в случаях многих других комплексных заболеваний, представители различных медицинских дисциплин стремятся акцентировать внимание родителей пациента на своей стороне проблемы, менее тщательно прорабатывая другие сферы. Зачастую при проведении психолого-педагогической работы с детьми усилия специалиста направляются на моторную, речевую и интеллектуальную деятельность, реже — на эмоциональную сферу [3], при этом из зоны внимания практически полностью выпадает психологическая оценка ребенком картины своего заболевания. В то же время, правильная интерпретация внутренней картины болезни пациента открывает возможность более полного контакта с ним, что повышает комплаенс.

Безусловно, значительную роль в обеспечении контакта врач-больной играют родители, часто оказывающиеся посредниками в указанной паре [4]. Однако даже с их участием пациент имеет возможность транслиро-

вать свое отношение к болезни, что должно быть принято и верно истолковано.

Классическое определение внутренней картины болезни по Р.А. Лурия — это возникающий у больного целостный образ своего заболевания [5]. Иными словами, это все то, что переживает и испытывает пациент, его ощущения, его общее самочувствие, самонаблюдение, его представления о своей болезни, о ее причинах [6]. Пациент оценивает свою болезнь не с клинической позиции, а как совокупный результат личностных реакций, поэтому внутренняя картина болезни не тождественна объективному статусу пациента. Это динамическое образование, все элементы которого обладают значимой для больного эмоциональной окраской и могут быть модифицированы извне под воздействием различной информации. На формирование внутренней картины болезни влияют в равных долях следующие ключевые факторы: осознание пациентом здоровья, болезни и лечения; ситуация вокруг пациента; личность пациента [7,8].

Становление внутренней картины болезни происходит не одномоментно. На начальном этапе психического становления у детей на основании собственного жизненного опыта и слов значимых взрослых возникает внутренняя картина здоровья и самоидентификация текущего состояния как «нормальное». Непосредственно картина болезни начинает складываться по мере взросления и расширения социальных контактов, когда происходит осознание и переоценка своего дефекта [9]. По данным Э.С. Калижнюк, дети начинают осознавать

свой дефект в 7–8 лет [7], однако свою физическую недостаточность они переживают в различных возрастах, с приданием особой значимости этому факту в подростковом возрасте [10].

Для оценки внутренней картины болезни используются различные психометрические методики, что позволяет создать комплексное впечатление и выявить наиболее уязвимые аспекты. Методы проведения психологических исследований в этом случае должны быть адаптированы с учетом возраста и интеллекта пациентов [11]. Специалисту, проводящему психологическое тестирование, следует произвести оценку восприятия у пациента и убедиться, что ребенок способен понять, что от него требуется [12, 13].

Сложность в идентификации внутренней картины болезни у детей с ДЦП состоит в том, что у них не сформирована концепция здоровья, а без этого невозможно построить концепцию болезни [7]. Ребенок получает информацию о собственном состоянии от родителей, медицинского персонала, из средств массовой информации без возможности сравнения и критики, поэтому у таких детей внутренняя картина болезни и внутренняя картина здоровья тождественны [9].

Также следует учитывать специфику личности ребенка — для детей с ДЦП в большинстве случаев наблюдаются специфические изменения по типу инфантилизации и склонность к депрессивным реакциям [14]. Ввиду хронического течения заболевания с самого рождения важным моментом психодиагностики является разделение отношения больного к себе и к своему заболеванию, так как они тесно взаимосвязаны. Проблемой интерпретации внутренней картины болезни является также обязательное наличие сопутствующих нарушений: нарушения речи, задержки психического развития, расстройства аутистического спектра, эмоциональная обедненность и трудности в детско-родительских отношениях [2, 4]. Среди механизмов формирования личности в патологических условиях у лиц с физическими дефектами ключевая роль принадлежит реакции ребенка на дефект и осознанию физической неполноценности [7].

Сложности при проведении диагностики могут создавать нарушения в интеллектуальной сфере. У детей с ДЦП отмечается мозаичность поражения интеллекта: выпадение одних функций при частичном страдании или полной сохранности других. Наиболее часты специфические трудности в приеме и переработке информации, а также расстройства памяти, восприятия, мышления, внимания, эмоционально-волевой сферы, что сочетается с общей пассивностью и повышенной утомляемостью [12]. Выраженность интеллектуальных нарушений у де-

тей с ДЦП может быть различна, задержка психологического развития отмечается по разным данным у 19–40%, умственная отсталость — у 13–40% пациентов [7].

Отдельно следует учитывать отношение к заболеванию родителей (в большей мере обычно матери) ребенка с ДЦП, как значимых взрослых, оказывающих непосредственное влияние на ребенка, что накладывает отпечаток на внутреннюю картину болезни [13]. Многие родители подтверждают неполную способность адекватно реагировать на поведенческие проявления со стороны ребенка. Некомпетентность родителей, неадекватность воспитательных подходов (завышенные требования и ожидания, или, наоборот, потворствование и отсутствие дисциплины) способны усугубить нарушенную интеракцию и препятствовать адекватной оценке собственного состояния ребенком [15].

Уже в детском возрасте упрощенные методики позволяют описать такую важную составляющую внутренней картины болезни при нарушениях опорно-двигательного аппарата, как схема тела ребенка — степень идентификации ребенком своей личности со своим телом и своими социальными функциями. При ДЦП телесный опыт ребенка достаточно труден, особенно если речь касается моторной и речевой сфер [16]. Наличие физического дефекта увеличивает склонность ребенка к тревоге, депрессии и низкой самооценке [7, 13].

Исследование И.В. Тимофеевой при помощи методики «автопортрет» показало, что у детей, страдающих ДЦП, независимо от интеллекта наблюдается заниженная самооценка, преобладает низкое самоуважение, выражено переживание телесной неуклюжести, несогласованности и недостаток осознания и рефлексии собственных переживаний и межличностных отношений [16]. В концепции внутренней картины болезни это приводит к замедлению формирования нейтральной реакции на факт наличия физического недостатка и снижению настроения на лечение, исходя из заготовленных установок «все равно ничего не получится».

Важной составляющей внутренней картины болезни являются компенсаторные способности психики ребенка и возможность адекватно реагировать на хроническое пребывание в сложной жизненной ситуации [17]. На физическом дефекте ребенка многократно заостряется внимание при переживании экстраординарных событий: госпитализации, хирургической операции, длительной иммобилизации. Такие моменты для детской психики сопровождаются переживаниями тревоги, страха, беспомощности [18]. Компенсаторным механизмом в этих случаях являются психологические защиты — это система стабилизации личности, разделяющая сознание человека и травмирующие переживания. В результате

их задействования нивелируются чувства дискомфорта и тревоги, но в то же время может искажаться исходная информация и изменяться поведение человека, а срыв компенсации становится препятствием для адекватного осознания ситуации [19]. В детской практике психологические защиты исследуются при помощи теста детской апперцепции (CAT) [12, 17].

По результатам исследования Г.В. Пятаковой и др. набор защитных психологических механизмов у детей с ДЦП ограничен по сравнению со здоровыми детьми. Преобладающий вид защиты — «отрицание». Часто этот вариант формируется под влиянием повышенной тревожности родителей [17]. Преобладание отрицания в комплексе психологических защит ребенка снижает его абилитационные возможности вследствие неготовности к созданию полноценного контакта с врачом или психологом. При наличии соответствующего поведения со стороны родителей, поддерживающего данный тип реагирования на факт самого заболевания и связанные с ним жизненные трудности, возможно формирования у пациента ожиданий, не адекватных его состоянию, что также осложняет контакт.

Одним из значимых компонентов внутренней картины болезни является локус контроля — свойство личности приписывать свои успехи или неудачи только внутренним, либо только внешним факторам. Существуют несколько методик определения этого психического показателя, но исследований для детей с ДЦП непосредственно не проводилось. Тем не менее, в исследованиях Зайцевой Е.С. и Маракушиной И.Г. а также Толкачевой О.Н. есть указания скорее на экстернальный локус контроля у пациентов с ДЦП, то есть результаты какого-либо действия приписываются внешним факторам [20]. С другой стороны, данные М.В. Борисовой указывают скорее на интернальный вариант локуса контроля, когда ребенок считает себя самого ответственным за все происходящее в его жизни [21]. То есть, однозначной характеристики локуса контроля у детей и подростков с ДЦП пока нет.

Пациенты подросткового возраста при сохранном интеллекте могут быть протестированы с использованием расширенного набора психометрических методик. Для работы с ними может быть применен «Опросник о способах копинга» Р.Лазаруса. Совладающее поведение (копинг) не является синонимом к понятию психологической защиты. Это индивидуальный способ взаимодействия с ситуацией в соответствии с логикой ее развития, рангом в списке жизненных приоритетов и психологическими возможностями самого человека [13]. Иными словами, это поведение, направленное на устранение или уменьшение силы воздействия стрессогенного фактора на личность [22].

По результатам исследования копинг-стратегий у подростков с ДЦП Зайцевой Е.С. и Маракушиной И.Г., такие подростки при совладании прибегают к различным стратегиям. конструктивным стратегиям: планирование решения проблемы и самоконтроль; и неконструктивным — дистанцирование, положительная переоценка и конфронтативный копинг. Важное замечание, что подростки с ДЦП уделяют большее внимание планированию решения, нежели его реализации [20]. Стратегии совладающего поведения в рамках внутренней картины болезни соотносятся с готовностью пациента к активному взаимодействию в лечебном процессе. Тревожными признаками в данном случае будут преобладающие неконструктивные варианты, что выливается в минимизацию усилий, направляемых самим ребенком на лечебные занятия и тренинги.

Также у подростков применима методика «ТОБОЛ» (тип отношения к болезни) [23], которая позволяет выделить основные тенденции в восприятии сложившегося под влиянием болезни паттерна отношений к самой болезни, к ее лечению, врачам и медицинскому персоналу, родственникам и близким, окружающим, учебе, будущему, а также к своим витальным функциям. Оценка данного комплекса позволяет спрогнозировать поведение пациента и вовлеченность его в лечебный процесс [8]. Типирование отношения к болезни оказывается, вероятно, наиболее весомым оцениваемым компонентом внутренней картины болезни ввиду своей комплексности. Также методика «ТОБОЛ» — достаточно чувствительный инструмент при оценке динамики внутренней картины болезни, поэтому она особо ценна для применения.

Согласно исследованию А.М. Щербаковой и О.Н. Гудилой в случае с ДЦП у больных преобладают гармоничный, анозогнозический и эргопатический типы отношения к болезни, что признается адаптивной реакцией и указывает на адекватное восприятие своего состояния [14]. Однако обращает на себя внимание высокий вклад в отношение к болезни сенситивного, паранойяльного и эгоцентрического компонентов, являющихся признаками дезадаптации и выливающихся в рентные установки на болезнь [14]. При построении контакта с пациентом необходимо учитывать эти тенденции, особенно высокую сенситивность больных, проявляющуюся в ранимости и необходимости доверительных и честных отношений.

Также как часть внутренней картины болезни у подростков могут быть оценены фрустрационные реакции при помощи опросника Ф. Розенцвейга. Фрустрация — это форма эмоционального стресса, проявляющаяся как негативное эмоциональное состояние при невозможности достижения поставленной цели. В исследовании Зайцевой Е.С. и Маракушиной И.Г. показано преобла-

дание у подростков с ДЦП экстрапунитивной реакции на фрустрирующие ситуации. Такие подростки предпочитают прибегать к чьей-либо помощи в реализации самостоятельно принятого решения и более склонны перекладывать ответственность на других или искать себе оправдания. Несмотря на то, что к подростковому возрасту школьники с ДЦП осознают свою физическую несостоятельность и адаптированы к жизнедеятельности с наличием физического дефекта, им предоставляется трудным чувствовать себя уверенными среди людей не своего привычного окружения [20].

Рассмотренные психологические методики позволяют сделать прямые или косвенные выводы, относительно личностного взаимодействия ребенка с его заболеванием, то есть составить впечатление о его внутренней картине болезни. Не каждый контакт с пациентом подразумевает поведение всех перечисленных исследований, специалисту достаточно иметь представление об общих тенденциях и психологических особенностях у всей группы больных и при необходимости ситуаци-

онно проводить психометрию у конкретных пациентов. Тем не менее, представление о том, как ребенок воспринимает свое состояние и как он готов с ним работать, позволяет индивидуализировать подход к лечению и реабилитации ребенка [11, 13, 18].

Внутренняя картина болезни — это сложная система восприятия, личностного отношения, эмоционального и интеллектуального реагирования человека на заболевание и собственное участие в течении болезни. Когда речь идет о хронической неизлечимой патологии, такой как ДЦП, ее внутреннее восприятие начинает накладывать отпечаток на социальное функционирование, взаимодействия с родственниками и лечащим врачом и результаты лечения и реабилитации. Лечение и реабилитация ребенка должны проводиться комплексно, с привлечением специалистов различного профиля (включая неврологов, психотерапевтов и психологов) и при активной работе не только с самим пациентом, но и с его окружением [15, 18]. Только в этом случае возможно достижение наилучших результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеева И. В. Специфика адаптации детей с детским церебральным параличом. / Сибирский психологический журнал. 2009. № 33. С. 63–68.
2. Бадалян Л. О., Журба Л. Т. Детские церебральные параличи. — Киев, Здоровья, 1988. — 323 с.
3. Колчина А. Г. Система реабилитации детей с церебральным параличом в современном контексте. / В сборнике: Социализация и реабилитация в современном мире: Сборник научных статей. Под ред. О. Е. Нестеровой, Р. М. Шамионовой, Л. В. Шиповой, Е. С. Пяткиной, М. Д. Коноваловой. Москва, 2017. С. 390–398.
4. Первичко Е. И., Довбыш Д. В. Личностный смысл болезни ребенка как фактор приверженности семьи лечению (исследование семей, воспитывающих детей с детским церебральным параличом). / Национальный психологический журнал. 2016. № 2 (22). С. 61–72.
5. Лурия Р. А. Внутренняя картина болезней и ятрогенные заболевания. / М., 1977.
6. Лурия Р. А. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. / М.: изд-во Московского университета, 1962
7. Калижнюк Э. С. Психические нарушения при ДЦП. / Киев: Высшая школа, 1987
8. Вассерман Л. И., Иовлев Б. В., Карпова Э. Б., Кулешова Э. В. Психологическая диагностика типов отношения к болезни при психосоматических и пограничных нервно-психических расстройствах. Методические рекомендации. / С-Пб; 1991, 26 с.
9. Безух С. М. Принципы медицинского и социального сопровождения детей, страдающих детским церебральным параличом. / Ученые записки Санкт-Петербургского государственного института психологии и социальной работы. 2009. Т. 12. № 2. С. 91–96.
10. Бердин Р. Д. О некоторых аспектах психической деятельности у детей с ДЦП. / Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2013. № 34. С. 15–18.
11. Шипицына Л. М., Мамайчук И. И. Психология детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата. / М., 2010.
12. Юрова М. М. Особенности восприятия и психологических защит у подростков с ДЦП с разным уровнем интеллекта. / Научное мнение. 2014. № 11–2. С. 81–84.
13. Козьявкин В. И. Шестопалова Л. Ф. Подкорытов В. С. Детские церебральные параличи. Медикопсихологические проблемы — практическое пособие. / Львов, Украинские технологии, 1999 г. 144 с.
14. Щербакова А. М., Гудилина О. Н. Сравнительная характеристика отношения к ограниченным возможностям своего здоровья лиц с врожденными и приобретенными нарушениями статодинамической функции. / Психологическая наука и образование. 2010. № 5. С. 77–86.
15. Белоусова М. В., Уткузова М. А., Зайкова Ф. М. Психические расстройства в практике детского невролога: возможности командного взаимодействия. / Практическая медицина. 2012. № 7 (62). С. 155–157.
16. Тимофеева И. В. Образ тела как компонент «я-концепции» личности детей с детским церебральным параличом. / Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. 2011. № 4. С. 99–105.
17. Пятакова Г. В., Мамайчук И. И., Умнов В. В. Психологические защитные механизмы у детей с ДЦП в контексте материнского отношения к болезни ребенка. / Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2017. Т. 5. № 3. С. 58–67.
18. Шац И. К. Психологическое сопровождение тяжелобольного ребенка. / СПб.: Речь, 2010.
19. Никольская И. М., Грановская Р. М. Психологическая защита у детей. / СПб.: Речь, 2000

20. Маракушина И.Г., Зайцева Е. С. Психологический анализ копинг-стратегий у подростков с детским церебральным параличом. / Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 647.
21. Борисова М. В. Особенности личностного самоопределения подростков с детским церебральным параличом. / В сборнике: Социокультурная интеграция и специальное образование Сборник научных статей. Электронное издание. Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского. Москва, 2015. С. 32–37.
22. Лазарус Р. Стресс, оценка и копинг / М.: Медицина, 1984. — 218 с.
23. Вассерман Л. И., Иовлев Б. В., Карпова Э. Б. Усовершенствованная методика для психологической диагностики отношения к болезни. Методическое пособие. / СПб, 2004.

© Жарова Елена Юрьевна (dr.zharova@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕТАБЛОКАТОРОВ В ЛЕЧЕНИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

BETA-BLOCKERS IN THE TREATMENT OF ARTERIAL HYPERTENSION

N. Koriagina
A. Avdeev
O. Melekhova
A. Shadrin
K. Prokhorov
S. Naumov

Summary. Objective: to compare the effects of two beta-blockers of carvedilol and nebivolol in patients with arterial hypertension.

Materials and methods: 60 patients with hypertension and without previous antihypertensive therapy were included in the study. 10 days after the onset of the placebo, they were randomized. In groups of 20 people for a month were: placebo, carvedilol 25 mg and nebivolol 5 mg, once a day in the morning. A 24-hour outpatient measurement of blood pressure was performed. To assess the endothelial function, the level of endothelin-1 activity was determined by the method of enzyme immunoassay.

Results: the group consisted of 26 women and 34 men, whose mean age was 45.9 ± 11.8 years. The mean heart rate was significantly reduced after treatment with carvedilol (68.2 ± 5.2 bpm) and nebivolol (65.1 ± 4.2 bpm) compared with placebo (78.8 ± 5.2 beats / min) ($p < 0.05$). Both carvedilol ($133.9 \pm 9.2 / 86.7 \pm 8.6$ mm Hg) and nebivolol ($134.4 \pm 8.8 / 85.4 \pm 7.4$ mm Hg) significantly decreased mean systolic and diastolic arterial pressure in comparison with placebo ($143.9 \pm 8.9 / 94.4 \pm 9.2$ mm Hg), respectively ($p < 0.05$). However, there was no significant difference in the reduction in pressure between nebivolol and carvedilol therapy ($p > 0.05$). In the appointment of nebivolol, there is a significant reduction in endothelin-1 with a reliable direct relationship between the degree of decrease in the concentration of the vasoconstrictor and the degree of systolic pressure reduction ($r = 0.404$, $p = 0.041$).

Conclusion: carvedilol and nebivolol lowered blood pressure compared with placebo, they showed similar efficacy. With the appointment of nebivolol, a marked decrease in the endocellular vasoconstrictor-1 was recorded.

Keywords: arterial hypertension, nebivolol, carvedilol, beta-blocker.

Корягина Наталья Александровна

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

Авдеев Алексей Викторович

К.м.н., Ассистент, Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера
svenav@mail.ru

Мелехова Оксана Борисовна

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

Шадрин Александр Андреевич

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

Прохоров Кирилл Владимирович

Главный врач, ГБУЗ ПК «МСЧ 1», соискатель,
Пермский государственный медицинский университет
им. академика Е. А. Вагнера, главный специалист
по эндоваскулярной хирургии Минздрава Пермского края
kipro59@gmail.com

Наумов Сергей Александрович

К.м.н., главный врач, Клинический кардиологический
диспансер, главный внештатный кардиолог МЗ ПК
san280208@yandex.ru

Аннотация. Цель: сравнить эффекты двух современных бетаблокаторов карведилола и небиволола у пациентов с артериальной гипертензией.

Материалы и методы: 60 пациентов с артериальной гипертензией и без предыдущей антигипертензивной терапии были включены в исследование. Через 10 дней после начала плацебо они были рандомизированы. В группах по 20 человек в течение месяца принимали: плацебо, карведилол 25 мг и небиволол 5 мг, один раз в день утром. Проводилось 24-часовое амбулаторное измерение артериального давления. С целью оценки функции эндотелия определяли уровень активности эндотелина-1 методом иммуноферментного анализа.

Результаты: группа состояла из 26 женщин и 34 мужчин, средний возраст которых составлял $45,9 \pm 11,8$ года. Средняя частота сердечных сокращений была значительно уменьшилась после начала лечения карведилолом ($68,2 \pm 5,2$ уд/мин) и небивололом ($65,1 \pm 4,2$ уд/мин) по сравнению с плацебо ($78,8 \pm 5,2$ уд/мин) ($p < 0,05$). Как карведилол ($133,9 \pm 9,2 / 86,7 \pm 8,6$ мм рт.ст.), так и небиволол ($134,4 \pm 8,8 / 85,4 \pm 7,4$ мм рт.ст.) значительно уменьшали среднее систолическое и диастолическое артериальное давление по сравнению с плацебо ($143,9 \pm 8,9 / 94,4 \pm 9,2$ мм рт.ст.), соответственно

($p < 0,05$). Однако существенной разницы в уменьшении показателей давления между небивололом и терапией карведилолом не было ($p > 0,05$). При назначении небиволола имеется значимое снижение эндотелина-1 с достоверной прямой связью между степенью снижения концентрации вазоконстриктора и степенью снижения систолического давления ($r = 0,404$, $p = 0,041$).

Вывод: карведилол и небиволол снижали артериальное давление по сравнению с плацебо, они показали сходную эффективность. При назначении небиволола зафиксировано выраженное снижение вазоконстриктора эндотелина-1.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, небиволол, карведилол, бета-блокатор.

Актуальность

Распространенность артериальной гипертензии (АГ) среди населения сохраняет свою актуальность [1,2]. Сегодня в арсенале кардиолога мы имеем карведилол, который является третьим поколением бета-блокаторов с сосудорасширяющими некардиоселективными свойствами, при этом у него отсутствует внутренняя симпатомиметическая активность. Данный препарат оказывает блокирующее действие на сосудистые α_1 -рецепторы, как антиоксидант, и имеет свойства антагониста кальция [3]. В противоположность ему небиволол представляет собой антагонист бета-1-селективного адренергического рецептора с окислительными (NO)-доминирующими сосудорасширяющими свойствами. Основным аспектом фармакологии небиволола является его способность к увеличению эндотелийзависимой вазодилатации через путь L-аргинина/NO [4]. Небиволол вызывает у пациентов эндотелийзависимую вазодилатацию как при нормальном артериальном давлении (АД), так и при АГ [5,6]. В настоящий момент препараты с сосудорасширяющими свойствами, такие как карведилол и небиволол, имеют благоприятный гемодинамический и метаболический профиль, чем препараты данной группы предыдущих поколений [7]. На сегодня гипотензивные эффекты карведилола и небиволола не сравнивались, что и послужило основой для нашего исследования. При этом важно учитывать эндотелиальную дисфункцию в патогенезе АГ [8], где одним из важных компонентов является увеличение продукции вазоконстрикторных субстанций (эндотелин-1, тромбоксан А2, простагландин F2). Мы провели сравнения антигипертензивных эффектов карведилола и небиволола у пациентов с АГ с оценкой влияния на маркеры дисфункции эндотелия.

Материалы и методы

В исследование включены 60 пациентов, из них 26 женщин, у которых впервые была диагностирована АГ без предшествующей антигипертензивной терапии.

Все прошли физикальное обследование, лабораторные анализы, электрокардиографию, рентгенография грудной клетки, трансторакальную эхокардиографию

и осмотр окулиста. Из исследования исключались пациенты с поражением органов-мишеней (гипертрофия левого желудочка, ретинопатия, почечная дисфункция, цереброваскулярные события), вторичной гипертензией, сахарным диабетом, ишемической болезнью сердца, сердечной недостаточностью, нарушением электролитного баланса, системными заболеваниями, предыдущим антигипертензивным лечением, печеночной недостаточностью, а также беременностью.

Были даны рекомендации по модификации образа жизни и прием плацебо (1 таблетка 1 раз в день), через 10 дней после этого проводился суточный мониторинг артериального давления в амбулаторном режиме. После курса плацебо уровень среднего систолического артериального давления (САД) составил >130 мм рт. ст. и / или среднего диастолического АД (ДАД) >85 мм рт.ст. Все дали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Материалы и методы

Нами были рандомизированы 60 человек с использованием случайного метода, затем в течение месяца курс лечения с одним из препаратов: плацебо, карведилол 25 мг или небиволол 5 мг, назначаемые один раз в день утром. Каждая группа состояла из равных групп пациентов ($n = 20$) при разных дозах препаратов.

Все пациенты прошли суточный мониторинг артериального давления с использованием осциллометрического устройства, измерения каждые 30 минут. Ночное время промежутков времени между 22:00 и 06:00. Первичными исходными переменными были дневные и ночные уровни пульсового давления (ПД), систолического АД (САД) и диастолического АД (ДАД). С целью оценки функции эндотелия определяли уровень активности эндотелина-1 методом иммуноферментного анализа.

Статистический анализ проводился с использованием Statistica 8,0. Данные представлены как среднее \pm SD. Однородное распределение с использованием теста Колмогорова-Смирнова. Анализ дисперсии (MANOVA) использовалось для сравнения более двух измерений в пределах той же группы.

Таблица 1. Клинические характеристики пациентов исследования

Пациент, количество	60
Возраст, лет	45,9 ± 11,8
Мужчина, n (%)	34 (56,6%)
Индекс массы тела, кг / м ²	28±5
САД, мм рт.ст.	141±7,5
ДАД, мм рт.ст.	92,4±7,7
ПД, мм рт.ст.	46,7±7,7
ЧСС, ударов / мин.	75,0±5,5
САД, день, мм рт.ст.	144±9
ДАД, день, мм рт.ст.	95,8±9,0
САД, ночь, мм рт.ст.	133±9,6
ДАД, ночь, мм рт.ст.	83,9±8,5
Эндотелин-1, фмоль/мл	0,39±0,6

Таблица 2. Сравнение средних показателей суточного мониторирования АД и уровня эндотелина-1 после плацебо, карведилола и небиволола

Показатели	Плацебо (P)	Карведилол (C)	*p vs C	Небиволол (N)	*p vs N	**F и p
САД, мм рт. ст.	143,9±8,9	133,9±9,2	<0,05	134,4±8,8	<0,05	F=51,9 p<0,0001
ДАД, мм рт. ст.	94,4±9,2	86,7±8,6	<0,05	85,4±7,4	<0,05	F=33,5 p<0,0001
ПД, мм рт. ст.	47,4±7,2	45,2±7,9	>0,05	45,2±6,9	>0,05	p>0,05
Дневное САД, мм рт. ст.	146,3±10,4	136,4±9,6	<0,05	137,5±8,0	<0,05	F=29 p<0,0001
Дневное ДАД, мм рт. ст.	97,4±10,0	90±10	<0,05	89,0±7,2	<0,05	F=21,1 p<0,0001
Дневное ПД, мм рт. ст.	48,7±6,0	46,2±7,8	>0,05	48,3±5,0	>0,05	p>0,05
Ночное САД, мм рт. ст.	139,7±11,0	128±10	<0,05	129,7±11,6	<0,05	F=23 p<0,0001
Ночное ДАД, мм рт. ст.	88,7±9,0	80±8	<0,05	80±9	<0,05	F=33,5 p<0,0001
Ночное ПД, мм рт. ст.	51±9	49±9	>0,05	51±11	>0,05	p>0,05
ЧСС, уд/мин	78,8±5,2	68,2±5,2	<0,05	65,1±4,2	<0,05	F=115 p<0,01
Эндотелин-1, фмоль/мл	0,38±0,5	0,34±0,09	<0,05	0,27±0,05	<0,05	F=42,3 p<0,0001

Данные представлены как среднее ± SD
 * Тест MANOVA
 ** Значения F и p для взаимодействия групп карведилола и небиволола

Результаты

Всего обследовали 26 женщин и 34 мужчин, средний возраст составил 45,9 ± 11,8 года (диапазон 25–63 года). Среднее значение индекса массы тела составлял 28±5 кг/м² (таблица 1). Показатели пульсового, систолического, диастолического АД как в дневное, так и ночное время в обоих режимах приема лекарств по сравнению с плацебо представлены в таблице 2.

Средняя частота сердечных сокращений (ЧСС) значительно уменьшилась (p<0,05) после начала как кар-

ведилола, так и небиволола по сравнению с плацебо. Оба препарата уменьшали уровни средних САД и ДАД по сравнению с плацебо. Однако существенной разницы в уменьшении (p>0,05) систолического, либо диастолического АД между небивололом и карведилолом не зафиксировано. Оба препарата не превосходили друг друга в эффективности снижения артериального давления. Все респонденты завершили период исследования без каких-либо видимых побочных эффектов.

При оценке функции эндотелия уровень эндотелина-1 достоверно не различался у мужчин и женщин (0,41 (0,29;

0,68) и 0,39 (0,28; 0,72) фмоль/мл соответственно, $p=0,75$). При анализе в группе небиволола была выявлена достоверная прямая связь между степенью снижения концентрации эндотелина-1 и степенью снижения САД ($r=0,404$, $p=0,041$). По влиянию на уровень эндотелина-1 небиволол превосходил карведилол: снижение концентрации эндотелина-1 составило $\Delta = -0,1$ и $-0,04$ фмоль/мл соответственно ($p < 0,05$). Эти данные имеют важное практическое значение и свидетельствуют о том, что бетаадреноблокатор небиволол с дополнительными вазодилатирующими свойствами превосходит карведилол.

Обсуждение

Наше исследование показало, что карведилол и небиволол эффективно снижают артериальное давление по сравнению с плацебо, значимые отличия друг от друга не были зафиксированы. Бета-блокаторы третьего поколения, к которым относятся карведилол и небиволол, с их благоприятными терапевтическими профилями, составляют новый спектр в лечении гипертонии в отличие от лекарств предыдущих поколений, эффективность которых были подвергнута сомнению в клинических исследованиях по профилактике цереброваскулярных событий [9].

Наиболее распространенная доза небиволола при АГ составляет 5 мг/сут, однократный прием обусловлен относительно длинным периодом полувыведения препарата [10]. Похожее исследование было проведено в 2003 году, где у пациентов с легкой до умеренной гипертонии показало, что ежедневный прием небиволола и бисопролола было одинаков с понижением диастолического кровяное давление (небиволол $-15,7 \pm 6,4$ мм рт.ст. против бисопролола $-16,0 \pm 6,8$ мм рт.ст.). Оба препарата были эффективны в снижении артериального давления по сравнению с плацебо. [11].

В экспериментальных исследованиях *in vitro* и в исследованиях у пациентов с диабетом и АГ, карведилол увеличивал эндотелиальную вазодилатацию и уменьшал

воспаление и агрегацию тромбоцитов [12]. Эффекты при сахарном диабете при сравнении карведилола и метопролола были описаны в 2004 году [13], карведилол показал лучшее поддержание гликемического профиля при диабетической гипертензии, чем метопролол. При назначении карведилола по сравнению с метопрололом в меньшей степени прогрессировала микроальбуминурия.

Хотя оба бетаблокатора используемые в настоящем исследовании, имеют дополнительные сосудорасширяющие свойства, опосредованные через разные пути, согласно результатам исследования, похоже, что NO-опосредованная вазодилатация не превосходит вазодилатацию, опосредованной периферической блокадой α_1 -рецепторов, с точки зрения антигипертензивной эффективности. Но имеется более значимое снижение продукции вазоконстрикторной субстанции эндотелина-1 при назначении небиволола, а также взаимосвязь между степенью снижения концентрации эндотелина-1 и степенью снижения САД, что важно учитывать в прогнозе сердечно-сосудистых осложнений.

Бетаблокаторы нового поколения следует рассматривать как важные альтернативы по сравнению с бетаблокаторами старого поколения у пациентов с гипертонией, которые определенно нуждаются в дополнительных свойствах бетаблокаторов в своем антигипертензивном режиме при таких состояниях как коронарная болезнь сердца или сахарных диабет. Одним из ограничений нашего исследования может быть значительное небольшое размер исследуемой популяции.

Выводы

Согласно результатам исследования, лечение карведилолом не показывают никакого превосходства по сравнению с небивололом с точки зрения антигипертензивной эффективности, оба препарата были эффективны в снижении артериального давления по сравнению с плацебо. При назначении небиволола имеется значимое снижение эндотелина-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корягина Н. А. Изучение распространенности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний среди взрослого работающего населения пермского края / Корягина Н. А., Шапошникова А. И., Рязина И. Н. // Профилактическая медицина. 2011. т. 14. № 4. с. 16–18.
2. Корягина Н. А. Динамика показателей артериального давления в пермском крае за пятилетний период с акцентом на гендерные особенности / Корягина Н. А., Мелехова О. Б., Наумов С. А., Другова М. А. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2017. № 5. С. 87–93.
3. Chen-Scarabelli C, Saravolatz L, Murad Y, et al. A critical review of the use of carvedilol in ischemic heart disease. *Am J Cardiovasc Drugs* 2012; 12: 391–401.
4. Mason RP, Jacob RF, Corbalan JJ, Szczesny D, Matysiak K, Malinski T. The favorable kinetics and balance of nebivolol-stimulated nitric oxide and peroxynitrite release in human endothelial cells. *BMC Pharmacol Toxicol.* 2013;14:2050–6511.
5. Bristow M, Nelson P, Minobe W, Johnson C. Characterization of β_1 -adrenergic receptor selectivity of nebivolol and various other beta-blockers in human myocardium. *Am J Hypertens.* 2005;18: A51–A52.

6. Koskinas KC, Feldman CL, Chatzizisis YS, Coskun AU, Jonas M, Maynard C, Baker AB, Papafaklis MI, Edelman ER, Stone PH. Natural history of experimental coronary atherosclerosis and vascular remodeling in relation to endothelial shear stress: a serial, in vivo intravascular ultrasound study. *Circulation*. 2010;121:2092–2101.
7. Bhosale VV1, Inamdar SC Beneficial effects of nebivolol in comparison with atenolol on safety and tolerability in essential hypertension. *J Clin Diagn Res*. 2014 Jun;8(6): HC01–4. doi: 10.7860/JCDR/2014/7728.4419. Epub 2014 Jun 20.
8. Cameron AC, Lang NN, Touyz RM. Drug treatment of hypertension: focus on vascular health. *Drugs*. 2016;76:1529–1550.
9. Wiysonge SC, Bradley HA, Volmink J, Mayosi BM, Mbewu A, Opie LH. Beta-blockers for hypertension. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;11.
10. Bristow M, Nelson P, Minobe W, Johnson C. Characterization of β 1-adrenergic receptor selectivity of nebivolol and various other beta-blockers in human myocardium. *Am J Hypertens*. 2005;18: A51–A52.
11. Czuriga I, Riecanaky I, Bodnar J, Fulop T, Kruzicz V, Kristof E, et al. Comparison of the new cardioselective beta-blocker nebivolol with bisoprolol in hypertension: the Nebivolol, Bisoprolol Multicenter Study (NEBIS). *Cardiovasc Drugs Ther* 2003; 17: 257–63.
12. Bristow MR. Beta-adrenergic receptor blockade in chronic heart failure. *Circulation* 2000; 101: 558–69.
13. Bakris GL, Fonseca V, Katholi RE, McGill JB, Messerli FH, Phillips RA, et al. Metabolic effects of carvedilol vs metoprolol in patients with type 2 diabetes mellitus and hypertension: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004; 292: 2227–36.

© Корягина Наталья Александровна (nina11-85@mail.ru), Авдеев Алексей Викторович (svenav@mail.ru),
Мелехова Оксана Борисовна (melekhova@yandex.ru), Шадрин Александр Андреевич (shadrin1903@gmail.com),
Прохоров Кирилл Владимирович (kipro59@gmail.com), Наумов Сергей Александрович (san280208@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера

ОЦЕНКА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ТРУДОСПОСОБНЫХ ЖЕНЩИН С ГИПЕРТЕНЗИЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ЭСТРАДИОЛА

EVALUATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN WOMEN WITH HYPERTENSION, DEPENDING ON THE LEVEL OF ESTRADIOL

**N. Koriagina
V. Zhelobov
A. Avdeev
O. Melekhova
K. Prokhorov**

Summary. Were examined 64 women, $39,34 \pm 1,98$ years, with arterial hypertension, who did not take antihypertensive therapy. Depending on the level of estradiol and follicle-stimulating hormone (FSH), the respondents were divided into groups (gr.). 1 gr. — 34 with hypertension having a physiological menstrual cycle and estrogen deficiency. In 2 gr. — 30 with hypertension having a physiological menstrual cycle and a normal level of estradiol and FSH. Gr. comparison — 20 healthy women. Carried out: duplex scanning of the common carotid artery (CCA) and transthoracic echocardiographic examination of the heart, with a focus on the diastolic filling of the left ventricle. We have revealed a decrease in the elasticity of the CCA wall and an increase in its stiffness in hypertension, more pronounced with decreasing estradiol. The diastolic function in patients with a normal menstrual cycle and hypertension irrespective of the level of hormones, there is dysfunction, which manifests itself both as a violation of active relaxation and increased stiffness of the left ventricular myocardium, with a greater degree of estrogen deficiency.

Keywords: артериальная гипертензия, эстрадиол, женщины.

Корягина Наталья Александровна

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

Желобов Владимир Геннадьевич

Д.м.н., Пермский государственный медицинский
университет им. академика Е. А. Вагнера
zhelobov.vg@psma.ru

Авдеев Алексей Викторович

К.м.н., ассистент, Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера
svenav@mail.ru

Мелехова Оксана Борисовна

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

Прохоров Кирилл Владимирович

Главный врач, ГБУЗ ПК «МСЧ 1»; соискатель,
Пермский государственный медицинский университет
им. академика Е. А. Вагнера, главный специалист
по эндоваскулярной хирургии Минздрава Пермского края
kipro59@gmail.com

Аннотация. Обследовано 64 трудоспособные женщины, $39,34 \pm 1,98$ лет, с артериальной гипертензией (АГ) 1 степени по АД, не принимающие гипотензивную терапию. В зависимости от уровня эстрадиола и фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) респонденты были разделены на группы (гр.). 1 гр. — 34 женщины с АГ, имеющие физиологический менструальный цикл и эстрогенный дефицит. Во 2 гр. — 30 человек с АГ, имеющие физиологический менструальный цикл и нормальный уровень эстрадиола и ФСГ. Гр. сравнения — 20 здоровых женщин. Выполнено: дуплексное сканирование общей сонной артерии (ОСА) и трансторакальное эхокардиографическое исследование сердца (ЭХОКГ), с прицельным изучением диастолического наполнения левого желудочка. Нами выявлено снижение эластичности стенки ОСА и повышении ее жесткости при АГ, более выраженное при снижении эстрадиола. По данным ЭХОКГ при оценке диастолической функции у пациенток с нормальным менструальным циклом и АГ независимо от уровня гормонов имеется дисфункция, проявляющаяся как нарушением активной релаксации, так и повышением жесткости миокарда левого желудочка, при этом в большей степени при наличии эстрогенодефицита.

Ключевые слова: гипертензия, эстрадиол, женщины.

Таблица 1. Общая характеристика пациентов с АГ

Показатели	Группа 1 (n=34)	Группа 2 (n=30)	p
Возраст, годы	39,11±4,3	39,14±2,23	0,91
Эстрадиол, пкг/мл	0,32±0,06	0,59±0,087	0,003
ФСГ, МЕ/ мл	13,37±1,35	6,54±0,34	0,004
САД ср, мм.рт.ст.	142,1±14,88	143,2± 13,78	0,78
ДАД ср, мм.рт.ст.	87,21±9,13	87,9±13,4	0,81
Длительность АГ, годы	4,2±1,5	3,8±1,7	0,76
Индекс массы, кг/м ²	28,64 ±2,5	26,34± 2,8	0,21

Актуальность проблемы

По данным исследований как в России, а также в Пермском регионе значительная часть взрослого населения имеет повышенные цифры артериального давления (АД) [1]. Вызывает интерес изучение проблемы артериальной гипертензии (АГ) как одного из распространенных сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Множество исследований подтвердили прогностическую ценность определения жесткости артерий в разных когортах пациентов. При этом перечень артериальных нарушений при АГ включает в себя также и перестройку артерий, сопровождающуюся нарушением демпфирующей функции артерий с изменением постнагрузки левого желудочка и коронарной перфузии. Мужчины и женщины имеют много общих факторов риска (ФР) ССЗ. Но у женщин имеется дополнительный фактор риска — затихание функции яичников и развитие дефицита женских половых гормонов, прежде всего эстрогенов, в перименопаузе [2,3,4]. Достигнуты определенные успехи в изучении структурно-функциональной перестройки сердечнососудистой системы у женщин, страдающих АГ в различные периоды ее жизни. Малоизученным остается вопрос о патогенетической связи между уровнем эстрадиола и характером структурно-функциональных изменений сердечно-сосудистой системы у женщин в позднем репродуктивном периоде [5,6]. Данный вопрос имеет практический интерес и позволяет разработать рекомендации, направленные на повышение качества обследования трудоспособных женщин до вступления в менопаузу с целью предупреждения раннего развития сердечно-сосудистых осложнений.

Цель исследования

Изучить связи между изменениями в содержании эстрадиола, фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) и процессом структурной перестройки сердечно-сосудистой системы у трудоспособных женщин в позднем репродуктивном периоде.

Материалы и методы

Одномоментное исследование выполнялось на базе частной медицинской клиники. Набор женщин для участия в исследовании осуществлялся с амбулаторного приема врача-гинеколога. Осмотрены 64 трудоспособные женщины в позднем репродуктивном периоде, в возрасте 36–45 лет, с АГ 1 степени по АД, не принимающие гипотензивную терапию. Верификация диагноза АГ проводилась в соответствии с Российскими рекомендациями по профилактике, диагностике и лечению артериальной гипертензии (2010 г.) [7]. Всем определялся уровень эстрадиола и фолликулостимулирующего гормона (ФСГ). Определение проводилось трижды для подтверждения абсолютного характера гипоестрогении, в фолликулиновую фазу менструального цикла (средние величины).

В зависимости от уровня эстрадиола и ФСГ респондентки с АГ были разделены на группы. В 1 группу (гр.) вошли 34 женщины с АГ, средний возраст 39,11±4,3 лет, имеющие физиологический менструальный цикл и эстрогенный дефицит (снижение уровня эстрадиола и повышение ФСГ). Во 2 гр. вошли 30 человек с АГ 1 степени, средний возраст — 39,14±2,23 лет, имеющие

Таблица 2. Показатели структурно-функционального состояния сосудистого русла

Показатели	Группа 1 (n=34)	Группа 2 (n =30)	Группа сравнения (n = 20)	p 1-2	p 1-3	p 2-3
Диаметр ОСА, (мм)	7,12±0,9	6,2 ±0,34	5,75±0,78	0,03	0,0012	0,00013
ТИМ, (ед)	0,78±0,5	0,62±0,4	0,49±0,19	0,04	0,008	0,03
Скорость, см/с	72,9±6,4	79,8±10,8	96,4± 16,2	0,0061	0,0034	0,047
ИР, (ед)	0,85±0,021	0,76±0,031	0,72±0,024	0,064	0,0031	0,071
КР, (ед)	32,1 ±10,7	39,1 ±8,4	41,3±10,5	0,05	0,0023	0,007
ИЖ, (ед)	7,3± 0,4	6,8 ± 0,8	6,5±0,7	0,09	0,04	0,05

физиологический менструальный цикл и нормальный уровень эстрадиола и ФСГ. Общая характеристика пациенток с АГ представлена в таблице 1. Сформированные группы были сопоставимы по возрасту, тяжести АГ, продолжительности заболевания и индексу массы тела. В течение первой недели после проведенных обследований пациенткам назначено идентичное лечение (блокаторы ангиотензина II, диуретики).

Критерии исключения из исследования: вторичная АГ; ишемическая болезнь сердца, наличие сахарного диабета, нарушения ритма сердца, дислипидемия, клинические проявления климактерического синдрома, гемодинамически значимый стеноз общих сонных артерий (ОСА), наличие инвалидности.

Группу сравнения составили 20 здоровых женщин с приема врача-гинеколога Клиники, средний возраст — 38,45±4,12 года с нормальным уровнем эстрадиола и ФСГ, не имеющие АГ и хронические заболевания, оказывающие влияние на внутрисердечную гемодинамику.

Для оценки структурно-функционального состояния сосудистого русла всем пациенткам в позднем репродуктивном периоде, выполнялось дуплексное сканирование ОСА на ультразвуковом диагностическом аппарате General Electric «LOGIQ P5 Expert» (США, 2010 г.). Для сравнения использовали среднее значение, равное половине суммы систолического и диастолического диаметров. Изучалась толщина интимы медиа (ТИМ). Для оценки эластичности ОСА применяли коэффициент растяжимости (КР) и индекс жесткости (ИЖ). КР рассчитывали по формуле: $KP = \frac{2 \times \Delta D}{D} \cdot \frac{1}{\Delta P}$ (Г* кПа), где D — диаметр артерии; ΔD — изменение диаметра арте-

рии в течение сердечного цикла; ДПД — пульсовое артериальное давление [8]. ИЖ рассчитывали по формуле: $IЖ = \log \left(\frac{САД/ДАД}{АД/Д} \right)$, где D — диаметр артерии; ΔD — изменение диаметра артерии в течение сердечного цикла [9]. Из гемодинамических параметров внутрисосудистого кровотока анализировали максимальную систолическую скорость кровотока (см/сек), индекс резистентности (ед).

Для определения особенностей гемодинамических параметров левых камер сердца женщинам было проведено эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование сердца. Программа трансторакального ЭхоКГ выполнялась на ультразвуковом аппарате General Electric «LOGIQ P5 Expert» (США, 2010 г.) датчиком с частотой 3,75 МГц по стандартной методике [10], рекомендованной Американской ассоциацией эхокардиографии [11].

Прицельно изучалось диастолическое наполнение левого желудочка (ЛЖ): пиковая скорость ранне-диастолического наполнения ЛЖ (скорость E), (м/с); пиковая скорость поздне-диастолического наполнения (скорость A), (м/с); интеграл пиковой скорости ранне-диастолического наполнения (интеграл E), (м); интеграл пиковой скорости поздне-диастолического наполнения (интеграл A), (м); общий интеграл трансмитрального потока (общий интеграл), (ед.); отношение интеграла поздне-диастолического наполнения к интегралу ранне-диастолического наполнения ЛЖ (интеграл A/E), (ед.); отношение интеграла ранне-диастолического наполнения ЛЖ к общему интегралу трансмитрального потока (интеграл E/общий интеграл), (ед.); отношение интеграла поздне-диастолического наполнения ЛЖ к общему интегралу трансмитрального потока (интеграл A/общий интеграл), (ед.); время изоволевического

Таблица 3. Состояние показателей активной релаксации миокарда левого желудочка

Показатели	Группа 1 (n=34)	Группа 2 (n=30)	Группа сравнения (n=20)	p 1-2	p 1-3	p 2-3
Скорость E, (м/сек)	0,66±0,81	0,68±0,09	0,82±0,11	0,08	0,0003	0,002
Интеграл E (м)	0,09±0,021	0,12±0,02	0,15±0,04	0,03	0,04	0,02
Интеграл E /общий ин. потока (ед)	0,53±0,04	0,55±0,09	0,64±0,06	0,12	0,003	0,04
ВИР (мсек)	106,2±6,71	102,6±7,8	65,31±4,56	0,03	0,0007	0,001

Таблица 4. Показатели жесткости миокарда левого желудочка

Показатели	Группа 1 (n=34)	Группа 2 (n=30)	Группа сравнения (n=20)	p 1-2	p 1-3	p 2-3
Скорость A (м/сек)	0,69±0,17	0,63±0,13	0,61 ±0,13	0,09	0,12	0,78
Интеграл A (М)	0,081±0,02	0,091±0,01	0,082±0,01	0,04	0,08	0,81
Интеграл A/интеграл E (ед)	0,88±0,31	0,76±0,67	0,70±0,18	0,04	0,0013	0,08
Интеграл A/общий интеграл потока (ед)	0,45±0,04	0,47±0,09	0,39±0,07	0,003	0,004	0,004
Время замедления потока E	123,3±12,8	147,3±23,97	178,76±19,21	0,001	0,0003	0,002
КДЦ (мм.рт.ст.)	16,4±5,4	14,21±3,67	10,87±3,12	0,04	0,0001	0,006
КДНС (дин/см ²)	21,2±4,01	14,22±5,67	10,11±3,45	0,0013	0,001	0,007

расслабления (от первой крупной осцилляции II тона до начала трансмитрального потока — (ВИР), (мс)). Для оценки степени искажения диастолического наполнения отдельно проводился анализ показателей активной релаксации (АР) и жесткости ЛЖ Фаза АР оценивалась по следующим показателям: пиковая скорость ранне-диастолического наполнения ЛЖ (скорость E), (м/с); интеграл пиковой скорости ранне-диастолического наполнения (интеграл E), (м); время изоволемиического расслабления (ВИР), (мс) [12].

Статистическая и математическая обработка результатов проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 8.0.

Результаты и обсуждение

В таблице 2 представлены данные анализа параметров структурно-функционального состояния сосуди-

стого русла у пациенток с АГ в зависимости от уровней гормонов.

При сравнительном анализе диаметра сонных артерий в исследуемых клинических группах в сравнении со здоровыми женщинами (таблица 2) наблюдалось расширение среднего диаметра сонных артерий, при этом в большей степени у пациенток с АГ и эстрогенным дефицитом. Скорость кровотока ОСА ниже среди пациенток с АГ и гипозэстрогенией. Индекс резистентности был выше у пациенток с АГ 1 группы в сравнении с контролем и пациентами 2 группы. Эластические свойства стенки сонной артерии снижались: с $41,3 \pm 10,8 \times 10^{-3}$ /кПа у пациенток с АГ и нормальным уровнем эстрадиола до $36,4 \pm 10,8 \times 10^{-3}$ /кПа $p=0,034$ у пациенток с АГ со снижением уровня эстрадиола. При этом индекс жесткости оказался выше в сравнении с контролем как у пациенток АГ с эстрогенодефицитом, так и без него.

Таким образом, полученные данные убедительно свидетельствуют о снижении эластичности стенки общей сонной артерии и повышении ее жесткости у пациенток с АГ, следует обратить внимание именно на пациенток с АГ со снижением уровня эстрадиола и повышением ФСГ.

Диастола представляет собой сложный гемодинамический процесс, находящийся под влиянием целого ряда факторов, включающих в себя релаксацию и жесткость миокарда левого желудочка, состояние систолической функции, размер предсердий и величину конечно-диастолического давления в левом желудочке [13]. Изменение любого из этих составляющих приведет к возрастанию сопротивления заполнения левого желудочка во время диастолы, то есть к диастолической дисфункции [14]. Для исследования диастолической функции ЛЖ нами был проведен анализ параметров, позволяющих, дать оценку активного расслабления левых отделов сердца и ригидности миокарда. В группах имелись изменения, свидетельствующих о нарушении процессов активной релаксации левого желудочка (таблица 3). Согласно Европейским рекомендациям по ЭхоКГ (2008) значение в оценке диастолической функции левого желудочка имеют такие параметры, как скорость ранне-диастолического наполнения левого желудочка (Е), косвенно свидетельствующая о перепаде давления в левом желудочке и ВИР, отражающая степень релаксации стенки левого желудочка.

Анализ свидетельствовал о нарушении фазы активной релаксации при АГ независимо от уровня эстрадиола и ФСГ. На это указывает снижение в сравнении с контролем показателя, скорость ранне-диастолического наполнения Е — от $0,82 \pm 0,11$ в контрольной группе до $0,68 \pm 0,09$ у пациенток с АГ и нормальным уровнем эстрадиола и до $0,66 \pm 0,81$ у пациенток с эстрогенным дефицитом, а также интеграла пиковой скорости раннего наполнения левого желудочка, значения которого достоверно снижались по сравнению с контролем как у пациенток с нормальным, так и со снижением эстрадиола и повышением ФСГ.

Снижение вышеперечисленных показателей сопровождалось достоверно значимым ростом в исследуемых группах значения времени изоволемического расслабления (от $65,31 \pm 4,56$ мсек в группе сравнения до $102,6 \pm 7,8$ мсек у пациенток с нормальным уровнем эстрадиола и ФСГ и $106,2 \pm 6,71$ мсек у пациенток со снижением уровня эстрадиола и повышением ФСГ соответственно). При этом изменения при АГ сопровождалось снижением соотношения: интеграл скорости ранне-диастолического наполнения Е / общий интеграл трансмитрального потока — от $0,64 \pm 0,06$ в группе пациентов без АГ до $0,55 \pm 0,09$ у пациенток с АГ с нормальным балансом

эстрадиола и ФСГ и до $0,53 \pm 0,04$ в группе со снижением эстрадиола. Полученные нами данные указывают, что у лиц с АГ независимо от уровня эстрадиола и ФСГ имеет место нарушение процессов активного расслабления миокарда левого желудочка. Отличались значения ВИР у пациенток со снижением уровня эстрадиола и повышением ФСГ, чем у пациенток с нормальным их содержанием, что говорит о диастолической дисфункции и более выраженном нарушении активной релаксации левого желудочка по варианту ригидного типа диастолической дисфункции ($106,2 \pm 6,71$ и $102,6 \pm 7,8$ соответственно).

Основные и производные величины в таблице 4, характеризующие жесткость миокарда левого желудочка, у пациенток с различным уровнем эстрадиола и ФСГ существенно отличались от значений группы сравнения и свидетельствовали о снижении эластичности миокарда левого желудочка и повышении его жесткости у пациенток с АГ обеих групп.

Показатель, отражающий эластичность миокарда левого желудочка, величина времени замедления потока Е, который снижался от $178,76 \pm 19,21$ у здоровых до $147,3 \pm 23,97$ у пациенток с нормальным уровнем эстрадиола и ФСГ до $123,3 \pm 12,8$ у пациенток с дефицитом эстрогенов. Отношение: интеграл А/общий интеграл трансмитрального потока, отражающее активный вклад предсердий в наполнение левого желудочка, достоверно возросло как у пациенток с нормальным уровнем эстрадиола и ФСГ, так и с эстрогенным дефицитом при сопоставлении с контролем ($0,47 \pm 0,09$ у женщин с нормальным уровнем эстрадиола и ФСГ, $0,45 \pm 0,04$ при гипозэстрогении и $0,39 \pm 0,07$ в контрольной группе соответственно; $p < 0,05$). Имелись различия показателя конечно-диастолического напряжения стенки левого желудочка (КДНС), который отражает напряжение стенки левого желудочка в конце диастолы и свидетельствует о выраженности снижения эластичности миокарда левого желудочка. При анализе показателей жесткости миокарда левого желудочка между больными АГ, выявлено что женщины с снижением эстрадиола и повышением ФСГ имели достоверно большие значения интеграла А, соотношения интеграл А/ интеграл Е, КДНС на фоне низких значений времени замедления Е, что отражает большую степень жесткости миокарда левого желудочка у данной категории, чем у пациенток с АГ без эстрогенодефицита.

Таким образом, представленные данные сравнительного анализа диастолической функции у пациенток с АГ независимо от уровня гормонов свидетельствуют о наличии у них дисфункции, как с нарушением активной релаксации, так и повышением жесткости миокарда левого желудочка, при этом в большей степени выражено у пациенток со снижением эстрадиола.

ВЫВОДЫ

1. Дуплексное сканирование общих сонных артерий у женщин с АГ в позднем репродуктивном периоде демонстрирует расширение просвета ОСА, снижение скорости кровотока в сонных артериях, выраженного на фоне эстрогенного дефицита, что свидетельствует о более значимых изменениях сосудистой стенки в сравнении с пациентами АГ, имеющими нормальный гормональный фон.

2. При повышении АД и нормальном уровне эстрадиола диастолическая дисфункция с нарушением фазы расслабления и увеличением жесткости миокарда левых отделов сердца выражена в меньшей степени, чем у женщин с гипозестрогенией.

3. При проведении обследования женщин с АГ в возрасте 36–45 лет необходимо обращать внимание на снижение эстрадиола и повышение ФСГ как фактора риска прогрессирования артериальной гипертензии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корягина Н. А. Изучение распространенности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний среди взрослого работающего населения пермского края / Корягина Н. А., Шапошникова А. И., Рямзина И. Н. // Профилактическая медицина. 2011. т. 14. № 4. с. 16–18.
2. Yanes LL, Reckelhoff JF. Postmenopausal hypertension. // Am J Hypertens. — 2011. — Vol. 24. N7. — P. 740–9.
3. Stramba-Badiale M., Fox K. M., Priori S. G. Cardiovascular diseases in women: a statement from the policy conference of the European Society of Cardiology // Eur. Heart. J. — 2006. — V. 27, N8. — P. 994–1005.
4. Корягина Н. А. Некоторые характеристики ишемической болезни сердца у трудоспособных женщин в период перименопаузы / Корягина Н. А., Василец Л. М., Петрищева А. В. // Проблемы репродукции. 2012. № 5. С. 120–125.
5. Воеводина И. В. Особенности формирования и течения артериальной гипертензии у женщин после тотальной овариэктомии / И. В. Воеводина, Е. Ю. Майчук, А. И. Мартынов // Русский медицинский журнал. — 2004. — № 5. — С. 352–355.
6. Кобалава Ж. Д., Толкачева В. В., Морылева О. Н. Клинические особенности и лечение артериальной гипертензии у женщин. // Обзоры клинической кардиологии. — 2006. — № 5. — С. 31–40.
7. Российское медицинское общество по артериальной гипертензии (РМОАГ), Всероссийское научное общество кардиологов (ВНОК). Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Российские рекомендации (четвертый пересмотр), 2010.
8. Peneman R. S. Cardiovascular applications of multi-gate pulsed Doppler system / R. S. Peneman, T. van Merode, P. Hick [et al] // Ultrasound Med Biol. — 1986. — № 12. — P. 465–471.
9. Kawasaki T. Noninvasive measurement of the age related changes in stiffness of major branches of the human arteries / T. Kawasaki, S. Sasayama, S. Yagi [et al] // Cardiovasc Res. — 1987. — № 21. — P. 678–87.
10. Bertoli D. Prevalence of echocardiographic patterns of left ventricular geometry in hypertensive patients. Does it depend on the diagnostic criteria applied? / D. Bertoli, L. Badano, L. Carratino // J. Eur. Heart. — 1998. — Vol. 19. — P. 418–421.
11. Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, et al. ACC/AHA/ASE2003 guideline update for the clinical application of echocardiography—summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). J Am Coll Cardiol. — 2003. — Vol. 42. — P. 954–70.
12. Штегман О. А. Систолическая и диастолическая дисфункция левого желудочка — самостоятельные типы сердечной недостаточности или две стороны одного процесса? / О. А. Штегман, Ю. А. Терещенко // Кардиология. — 2004. — № 2. — С. 82–86.
13. Беленков Ю. Н. Диастолическая функция сердца у больных с ХСН и методы диагностики ее нарушений с помощью тканевой миокардиальной доплер-эхокардиографии / Ю. Н. Беленков, Э. Т. Агаманова // Кардиология. — 2003. - № 11. - С. 58–65.
14. Prasad A. Characterization of static and dynamic left ventricular diastolic function in patients with heart failure with a preserved ejection fraction. / Prasad A, Hastings JL, Shibata S, Popovic ZB, Arbab-Zadeh A, Bhella PS, Okazaki K, Fu Q, Berk M, Palmer D, Greenberg NL, Garcia MJ, Thomas JD, Levine BD. // Circ Heart Fail. — 2010. — Vol. 3 N5. — P. 617–26.

© Корягина Наталья Александровна (nina11-85@mail.ru), Желобов Владимир Геннадьевич (zhelobov.vg@psma.ru),

Авдеев Алексей Викторович (svenav@mail.ru), Мелехова Оксана Борисовна (melekhova@yandex.ru),

Прохоров Кирилл Владимирович (kipro59@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЙ ГЕМОСТАЗА ПРИ ТОЛСТОКИШЕЧНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЯХ В ПРАКТИКЕ РЕАНИМАЦИОННО-ТРАНСФУЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БРИГАДЫ С ЛАБОРАТОРИЕЙ ГЕМОСТАЗА

CORRECTION OF HOMEOSTASIS DISTURBANCE OF LARGE INTESTINAL BLEEDING IN THE PRACTICE OF RESUSCITATION TRANSFUSION CREW WITH HOMEOSTASIS LABORATORY

A. Qubiddinov
Z. Tagozhonov
J. Saidov
A. Odinaev

Summary. Proportion of acute in large intestinal bleeding in average includes $19,5 \pm 6,3\%$ which show the rapid of number of heart systole and lowering of systole blood pressure to $80,1 \pm 9,5$ mm mercury. Besides the rates of MNO and antithrombins III remain without changes, but there were a significant decreasing of concentration of fibrinogen, factor of Villebrandbackground (VWF) and FVIII. Filling in of ACB was conducted according to the disturbance of homodynamic till achieving target blood index and homodynamic. In the early period ($1,7 \pm 0,8$ day and night) homeostatic effect and bleeding stop, epithelization of erosion of large intestine were reached.

Complex treating of patients with erosion large intestinal bleeding must include hemocomponent correction therapy through cryoprecipitate. Introduction of individual selection and use of cryoprecipitate in treating of large intestinal bleeding can allow to improve the result of treatment and to decrease the period of patients recovery.

Keywords: large intestinal bleeding; homeostasis; transfusion; correction therapy; individual selection; cryoprecipitate.

Кубиддинов Азмиддин Файзуллоевич

Врач трансфузиолог, Государственное учреждение «Республиканский научный центр крови» Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан
azmidd.87@mail.ru

Тагожонов Зариф Фозилович

К.м.н., врач анестезиолог-реаниматолог, 451 военный госпиталь Минобороны России (г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Саидов Джурахон Сафолович

Врач трансфузиолог, генеральный директор, Государственное учреждение «Республиканский научный центр крови» Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан

Одинаев Азиз Абдусатторович

К.м.н., врач трансфузиолог, Государственное учреждение «Республиканский научный центр крови» Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан

Аннотация. Объем острого кровопотери при толстокишечном кровотечении в среднем составило $19,5 \pm 6,3\%$ от ОЦК и это проявилось учащением числа сердечных сокращений до 128 ± 15 ударов в минуту и снижением систолического артериального давления до $80,1 \pm 9,5$ мм рт. ст. При этом показатели МНО и антитромбин III остались не измененными, но имело место значительное снижение концентраций фибриногена, фактора фон Виллебранда (VWF) и FVIII. Восполнение ОЦК проводили в зависимости от нарушений гемодинамики до достижения целевых показателей крови и гемодинамики. Индивидуальный подбор для трансфузии криопреципитата с высоким содержанием концентраций фибриногена, фактора фон Виллебранда (VWF) и FVIII обеспечил достижения быстрого эффекта от проводимой компонентной корригирующей нарушений гемостаза терапии. В ранние сроки ($1,7 \pm 0,8$ суток) достигнуты гемостатический эффект и прекращение кровотечения, эпителизация эрозий толстой кишки.

Комплексное лечение больных с эрозивными толстокишечными кровотечениями должна включать в себя гемокомпонентную корригирующую терапию криопреципитатом. Внедрение индивидуального подбора и использование криопреципитата в лечение эрозивных толстокишечных кровотечений позволит улучшить результаты лечения и уменьшить сроки выздоровления больных.

Ключевые слова: толстокишечные кровотечения, гемостаз, трансфузия, корригирующая терапия, индивидуальный подбор, криопреципитат.

Актуальность

Острые толстокишечные кровотечения продолжают оставаться одной из серьезных проблем неотложной хирургии [1]. Хотя частота профузных кровотечений из толстой кишки меньше, чем из верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и летальность при данном осложнении достигает 15–20% [2, 3, 4].

Как правило, начало болезни пациенты связывают с перенесенным стрессом, вначале возникает учащенный жидковатый стул, в дальнейшем появляется примесь крови в кале [1, 3]. При этом пациенты с толстокишечными кровотечениями не сразу обращаются к врачу, в надежде, что кровотечение остановится самостоятельно [1]. Такие пациенты госпитализируются в отделение неотложной хирургии, где, как правило, проводится традиционная гемостатическая терапия, схожая с лечением кровотечений из верхних этажей желудочно-кишечного тракта, которая бывает неэффективной при эрозивных толстокишечных кровотечениях [1, 2].

Принципиально важно учитывать, что компонент крови в частности-криопреципитат представляет собой источник фибриногена и в них высока концентрация FVIII, VWF (Фактор фон Виллебранда) и FXIII, а также он содержит фибронектин, тромбоцитарные микрочастицы и небольшое количество иммуноглобулинов (Спецификация Великобритании NHSBT таблица № 2) [5,6]. Фактор фон Виллебранда (ФФВ) — гликопротеин, синтезируемый эндотелиальными клетками и циркулирующий в крови, концентрация его в норме составляет 10 мкг/мл [10]. В плазме крови ФФВ образует нековалентный комплекс с VIII фактором свёртывания, который необходим для стабилизации VIII фактора в кровотоке, участия в образовании тромба и его защиты от протеолитической инактивации [11]. Другая важная функция ФФВ это обеспечение адгезии тромбоцитов в месте повреждения эндотелия [12,13].

Все вышеизложенное диктует острую необходимость изучения изменений и нарушений, возникающих в системе гемостаза при толстокишечных кровотечениях, разработки наиболее рациональных способов коррекции факторов свертывания исходя из концентрации факторов и качества компонентов гемостаза в донорской крови оптимальной для данной категории больных.

Вопрос о влиянии использованного криопреципитата для коррекции гемостатических нарушений у больных с толстокишечными кровотечениями является сравнительно актуальным и малоизученным, так как состав криопреципитата занимает важное место в системе гемостаза при проведении терапии по устранению эрозивных толстокишечных кровотечений.

Целью работы явилось улучшение результатов лечения больных с толстокишечными кровотечениями за счет использования криопреципитата.

Материалы и методы исследования

За период 2017–2018 гг. в Республиканский научный центр крови (РНЦК) поступил вызов из Клиники хирургии города Душанбе для пациентов, которым требовалось проведение трансфузиологической помощи. Из 382 больных, поступивших в отделение проктологии с подозрением на желудочно-кишечное кровотечение, у 27 причинами кровотечений были эрозии толстой кишки. Из всех 27 (100%) больных 16 (59,3%) были женщины в возрасте от 19 до 52 лет и 11 (40,7%) — мужчины в возрасте от 17 до 60 лет (M-55,5).

Всем больным проведен комплекс клиничко-лабораторных, ЭКГ, УЗИ, рентренологическое и пальцевое исследование прямой кишки, ректо- и колоноскопия. Основанием для установления окончательного диагноза и источника кровотечения являлись обнаружение крови при пальцевом исследовании на перчатке, установление наличия крови в просвете прямой и толстой кишки, обнаружение кровоточащих участков и наличия несостоятельных тромбов в эрозиях слизистой толстой кишки при ректо- и/или колоноскопии. Наряду с определением показателей красной крови и степени погеморрагической анемии проводили коагулологические исследования системы гемостаза с определением: Времени свертывания крови (BCK) по Ли-Уайту, количество и агрегации тромбоцитов, активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ), международного нормализованного отношения (MHO), концентрации фибриногена и анти-тромбина III (АТIII), ФФВ (VWF) и FVIII с использованием реактивов фирмы «Технология-Стандарт» (г. Барнаул, Российская Федерация).

Результаты и их обсуждение

Изучение анамнеза заболевания установило, что из всех 27 (100%) пациентов связывали начало кровотечения с перенесенным стрессом 14 (51,8%) больных (из-за проблем в семье 5 случая, в личной жизни — 4, на работе — 3 случая и из-за смены места жительства 2 случая) и с погрешностями в диете (неправильное питание) — 13 (48,1%) больных. Продолжительность кровотечения у больных варьировала от 3 до 8 суток, в среднем $5,5 \pm 2,1$ суток, в то же время 4 (14,8%) больных поступили в экстренном порядке с признаками активного кровотечения.

Объем кровопотери определяли на основании концепции В. J. Huntetal (2015), согласно которой она прояв-

Таблица 1. Показатели системы гемостаза у больных приэрозивных толстокишечных кровотечениях (M±m)

Показателей гемостаза	Исследуемая группа (n=27)	Контрольная группа (n=25)	t
ВСК по Ли-Уайту, сек	562±37	325±28	2,01*
АЧТВ, сек	25,7±0,57	28,6±0,59	2,07*
МНО	1,1±0,1	1,1±0,1	0,01
Фибриноген, г/л	1,77±0,12	2,3±0,13	2,2*
Антитромбин III,%	94,7±2,69	96,1±2,72	0,37
Агрегация тромбоцитов,%	68±1,43	100±6,63	4,72**
VWF (ФФВ), мкг/мл	73±1,54	94±4,56	4,36**
FVIII,%	89±1,88	137±9,92	4,75**

Примечание: где * — $p < 0,05$ и ** — $p < 0,01$ различия между показателями исследуемой и контрольной групп статистически достоверны.

Таблица 2. Требования к основным компонентам криопреципитата изготовленного от индивидуальных доноров для больных

Спецификация Великобритании (NHSBT)	
Фибриноген	Минимальные требования 140 мг/ед. Стандартная доза для взрослых 10 ед., т.е. 2x5 пулов
VIII: C	Минимальные требования 70 МЕ/ед. Средняя концентрация 101 МЕ/ед.
Другие компоненты: минимальное количество не указано	
Фибронектин	1500 мг/мл Нормальный плазменный уровень 300 мг/мл
FVIII	~20%-30% Исходный FXIII плазмы в 2-3 раза выше, чем FFP
VWF	~80-100 МЕ/ед 40%-70% исходный VWF в первоначальной плазме
Тромбоцитарные микрочастицы	В 256 раз больше, чем в свежемороженой плазме

Примечание: где сокращения FFP-свежемороженная плазма; NHSBT-Национальная служба здравоохранения крови и трансплантации; VWF-фактор фон Виллебранда.

лялось учащением числа сердечных сокращений в свыше 110 ударов в минуту и/или снижением систолического артериального давления в среднем ниже 90 мм рт. ст.

Наряду с установлением объема и степени тяжести острого кровопотери (дефицита ОЦК) для достижения цели исследования и решения поставленной задачи изучены нарушения в системе гемостаза (табл. 1).

Как видно из представленной таблицы у больных с эрозивными толстокишечными кровотечениями показатели МНО и антитромбин III почти не отличаются от показателей контрольной группы ($p > 0,05$). Во же время ВСК по Ли-Уайту, АЧТВ, концентрация фибриногена, ФФВ (VWF) и FVIII имеют существенные различия между группами ($p < 0,05$).

При толстокишечном кровотечении изменения в параметрах МНО, и антитромбин III не носило статистически значимый характер. Укорочение величины АЧТВ $25,7 \pm 0,57$ с ($p < 0,01$; $t-1,95$) наблюдалось среди исследуемых больных. В этот момент отмечено уменьшение концентрации фибриногена до $1,77 \pm 0,12$ г/л ($p < 0,01$; $t-1,62$). Агрегация тромбоцитов $68 \pm 1,43$ ($p < 0,05$; $t-4,72$) свидетельствуют не только об снижении агрегационной функции тромбоцитов, но и об истощении нормальных гемостатических свойств образующего местный гемостаз.

Установлено, что при продолжающемся толстокишечном кровотечении, происходит истощение факторов коагуляции особенно факторов ФФВ (VWF), FVIII и нарушается агрегационная функция тромбоцитов, которые также могут способствовать развитию приобретенной коагуло-

патии [15]. Принимая во внимание того, что один из причин эндотелиальных кишечных кровотечений является истощение факторов свертывающей системы, которые участвуют в капиллярном кровотечении. В связи с этим следовало бы отметить, что продолжительное толстокишечное кровотечение вызывает патологический дисбаланс в системе гемостаза и развивающийся в ряде случаев после кровотечения синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови (ДВС-синдром), диагностируемый, как правило, в финальной части заболевания, может сам привести к летальному исходу [7,8,9].

Трансфузионную терапию для коррекции нарушений гемостаза у больных проводили криопреципитатом с учетом результатов коагулологических лабораторных исследований крови доноров и определяя в них содержание факторов свертывания.

Производство криопреципитата осуществлено в соответствии с действующими правилами ВОЗ по производству компонентов крови. В связи с различиями в процессе производства и разнообразием доноров крови, концентрация фибриногена колеблется в криопреципитате в пределе ~3–30 г/л [14].

С целью получения качественного криопреципитата и соответствия его состава для компонентной коррекции нарушений гемостаза, индивидуального подбора препарата у доноров до кровосдачи и у больных с толстокишечными кровотечениями до трансфузионной терапии проведено исследование системы гемостаза.

В данном исследовании анализируемым больным при проведении заместительной терапии учитывали объем переливаемой среды, т.е. креопреципитата, как избирательного средства для коррекции нарушений гемостаза, обусловленные дефицитом фибриногена и ФФ В. Количество трансфузий донорского криопреципитата в среднем составило $3,5 \pm 1,4$ (от 2 до 5 доз) дозы каждому больному. Дозу криопреципитата необходимой для коррекции её дефицита определяли с учетом показателей гемостаза, продолжали до достижения целевой концентрации фибриногена и фактора фон Виллебранда реципиента и достижения гемостатического эффекта. Доноров подбирали индивидуально, препарат готовили от тех, у кого были соответственно с более высокой концентрацией фибриногена и ФФВ криопреципитат в крови.

Острое кровопотере при толстокишечном кровотечении в среднем $19,5 \pm 6,3\%$ от ОЦК проявлялось учащением числа сердечных сокращений до 128 ± 15 ударов в минуту и снижением систолического артериального давления до $80,1 \pm 9,5$ мм рт. ст. Эритроцитсодержащие компоненты, свежезамороженная плазма или концентрат тромбоцитов трансфузировали в зависимости от де-

фицита ОЦК и нарушений гемодинамики до достижения их целевых показателей.

Таким образом, чем сильнее кровопотеря, тем выраженнее активация системы гемостаза, с последующим истощением факторов гемостаза, в частности, фибриногена, факторов фон Виллебранда (VWF) и FVIII. На фоне проводимой компонентной корректирующей гемотерапии криопреципитатом достижения целевой концентрации фибриногена и фактора фон Виллебранда, наблюдалось прекращение толстокишечного кровотечения, о чем свидетельствовало отсутствие свежей крови и признаков наличия измененной крови в кале, нормализация количества актов дефекации в сроки от 1 до 3 дней, отрицательный результат исследования кала на скрытую кровь.

На 3–5-й день больные отмечали значительное улучшение своего состояния и самочувствия. При объективном исследовании имело место нормализация показателей гемодинамики (пульса и артериального давления). В исследовании крови отмечено улучшение показателей (гемоглобина, эритроцитов, гематокрита). После контрольных анализов крови, мочи и трехкратного отрицательного результата исследования кала на скрытую кровь, пациенты выписывались домой с рекомендациями продолжения лечения и обследования амбулаторно под наблюдением врача колопроктолога.

Заключение

Во всех случаях индивидуального подбора и трансфузии криопреципитата отмечен быстрый гемостатический эффект и улучшение состояния больных с толстокишечными кровотечениями от проводимой компонентной корректирующей нарушений гемостазотерапии. На сроках $1,7 \pm 0,8$ суток достигнут гемостатический эффект и прекращение кровотечения, в то же время во всех наблюдениях при контрольных колоноскопических исследованиях у больных отмечена эпителизация эрозий толстой кишки.

Таким образом, комплексное лечение больных с эрозивными толстокишечными кровотечениями, включающее в себя гемокомпонентную корректирующую терапию криопреципитатом позволит добиться быстрого гемостатического эффекта — остановки кровотечения. В заключении следует сказать, что внедрение указанного индивидуального подбора и использование криопреципитата для гемокомпонентного лечения эрозивных толстокишечных кровотечений позволит в короткие сроки остановить геморрагию и способствует ранней эпителизации эрозий слизистой толстой кишки, тем самым улучшить результаты лечения и уменьшает сроки выздоровления больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минасян, А. М. Пути улучшения результатов лечения больных с толстокишечным кровотечением / А. М. Минасян, А. М. Симонян // Вопросы теоретической и клинической медицины. — 2012. - № 7. - с. 218–222.
2. Штопель, А. Э. Массивные кровотечения при патологии толстой кишки / А. Э. Штопель, А. А. Захарченко // Актуальные проблемы проктологии. Волгоград, — 2005. - с. 234–237.
3. Barnert, J. Management of lower gastrointestinal tractbleeding / J. Barnert, H. Messmann // Best. Pract. Res. Clin. Gastroenterol. — 2008. — № 22. — P. 295–312.
4. Longstreth, G. F. Epidemiology and outcome of patients hospitalized with acute lower gastrointestinal hemorrhage: a population-based study / G. F. Longstreth // Am. J. Gastroenterol. — 2004. — № 92. — P. 419–424.
5. Guidelines for the Blood Transfusion Services in the United Kingdom. 8th ed.suppl 2013.
6. Callum J L, Karkouti K, Lin Y. Cryoprecipitate: the current state of knowledge. TransfusMedRev. 2009;23(3):177–188.
7. Воробьев, А. И. Острая массивная кровопотеря / А. И. Воробьев [и др.]. — М.: ГЭОТАР. — МЕД, 2001. — 176 с.
8. Лычев, В. Г. Диагностика и лечение диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови / В. Г. Лычев. — М.: Мед. Книга. — 2-е изд., перераб. и доп. — Н. Новгород: Изд-во НГМА, 2001. — 192 с.
9. Рябов, Г. А. Возможности диагностики синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови по данным определения D-димера — продукта лизиса фибрина / Г. А. Рябов, И. Н. Пасечник, Ю. М. Азизов // Кремл. Медицина. — 2001. — № 4. — С. 54–57.
10. Лазебник Л.Б., Комиссаренко И. А. //Росс.кард.журнал. — 2006. — № 5(61). — С. 82–87.
11. Mannucci P. M. VonWillebrandfactor a marker of Endothelial Damage? //Arteriosclerosis, Trombosis and Vascular Biologi. — 1998. — Vol. 18. — P. 1359–1362.
12. Балуда В.П., Балуда М. В., Деянов И. И., Тепшуков И. К. Физиология системы гемостаза. — М., 1995. — 243 с.
13. Баркаган З. С. Геморрагические заболевания и синдромы. — М.: Медицина, 1988.
14. Nascimento B, Goodnough L. T., Levy J. H. Cryoprecipitate therapy. BrJAnaesth. 2014;113(6):922–934.
15. RourkeC, CurryN, KhanS, etal. Fibrinogen levels during trauma hemorrhage, response to replacement therapy, and association with patient outcomes. JThrombHaemost. 2012;10(7):1342–1351.J.

© Кубиддинов Азмиддин Файзуллоевич (azmidd.87@mail.ru), Тагожонов Зариф Фозилович,
Саидов Джурахон Сафолович, Одинаев Азиз Абдусатторович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Душанбе, Республика Таджикистан

КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЙ ГЕМОСТАЗА У РОДИЛЬНИЦ ПРИ АКУШЕРСКИХ КРОВОТЕЧЕНИЯХ НА ПРАКТИКЕ ВЫЕЗДНОЙ РЕАНИМАЦИОННО-ТРАНСФУЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БРИГАДЫ С ЛАБОРАТОРИЕЙ ГЕМОСТАЗА

CORRECTION OF HOMEOSTASIS DISTURBANCE OF PUERPERANTS WITH OBSTETRICS BLEEDING IN THE PRACTICE OF RESUSCITATION TRANSFUSION CREW WITH HOMEOSTASIS LABORATORY

A. Qubiddinov
J. Saidov
Z. Tagozhonov
A. Odinaev

Summary. The analysis was made through the observe of parturient women that has shown that supposed transfusion therapy in mass obstetrics bleeding with individual selection of blood components by defining the results of donation blood homeostasis depending on the characters of homeostasis's disorder of the recipient in order to correct factors of hemorrhage and recovery of loss of blood in obstetrics have a number of merits. This method of correction of disorder of homeostasis of donor fresh frozen plasma and blood components provide lowering of plasma and blood components volume, homeostatic effect by correction of disorder of homeostasis come faster than tradition transfusion therapy and normalizes earlier target parameters of homeostasis, reduces the time of infusion –transfusion therapy, facilitates reduction of complications improving the results of treatment of parturient women with acute loss of blood.

Keywords: obstetrics bleeding; homeostasis; donor blood; correction therapy; individual selection; transfusion.

Кубиддинов Азмиддин Файзуллоевич

Врач трансфузиолог, Государственное учреждение
«Республиканский научный центр крови» Министерства
здравоохранения и социальной защиты населения
Республики Таджикистан
azmidd.87@mail.ru

Саидов Джурахон Сафолович

Врач трансфузиолог, генеральный директор,
Государственное учреждение «Республиканский
научный центр крови» Министерства здравоохранения
и социальной защиты населения Республики Таджикистан

Тагожонов Зариф Фозилович

К.м.н., врач анестезиолог — реаниматолог, 451
военный госпиталь Минобороны России (г. Душанбе,
Республика Таджикистан)

Одинаев Азиз Абдусатторович

К.м.н., врач трансфузиолог, Государственное
учреждение «Республиканский научный центр крови»
Министерства здравоохранения и социальной защиты
населения Республики Таджикистан

Аннотация. Проведенные у родильниц исследования показали, что предлагаемая трансфузионная терапия при массивных акушерских кровопотерях с индивидуальным подбором компонентов крови с определением показателей гемостаза донорской крови в зависимости от характера нарушений гемостаза у реципиента для коррекции факторов свертывания и возмещения кровопотери в акушерстве имеет ряд достоинств. Этот способ коррекции нарушений гемостаза донорской свежемороженой плазмой и компонентами крови обеспечивает уменьшения объема переливаемой плазмы и компонентов крови, гемостатический эффект от коррекции нарушений гемостаза наступает быстрее, чем при традиционной трансфузионной терапии и раньше нормализуются целевые параметры гемостаза, сокращает время проведения инфузионно-трансфузионной терапии, способствует уменьшению числа осложнений, т.е. улучшает результаты лечения родильниц с острой кровопотерей.

Ключевые слова: акушерские кровотечения, гемостаз, донорская кровь, корригирующая терапия, индивидуальный подбор, трансфузия.

Актуальность

Массивное акушерское кровотечение остаётся одной из основных причин материнской смертности. Только 62–65% родов через естественные пути сопровождаются физиологической кровопотерей, до 1/3 пациенток теряют от 500 до 1000 мл крови

и у 3–8% рожениц объём кровопотери превышает 1,5% от массы тела и считается массивным [1]. Для акушерских кровотечений характерны внезапность наступления и высокий темп кровопотери. Это обстоятельство, особенно на фоне сниженных адаптивных возможностей организма роженицы при наличии сопутствующих заболеваний соматических заболеваний, приведет не только

к нарушению основных показателей центральной гемодинамики, но и серьезным сдвигам во всех звеньях системы гемостаза [2,3].

Многие исследователи [4,5,6] обращают внимание на то, что про- и антикоагулянтные параметры гемостаза доноров в зависимости от условий их проживания (равнина, средне- или высокогорье), генетической предрасположенности, количества случаев перенесенной кроводачи, возраста, тромбгеморрагических осложнений в анамнезе существенно различаются, что имеет важное практическое значение.

Знание факторов и сдвигов гемостаза, как физиологических приспособительных, так и патологических, обусловленных беременностью и родами, а так же массивным кровотечением при родах, позволить осуществлять индивидуальный подбор компонентов донорской крови для компонентной трансфузионной терапии с целью коррекции дефицита ОЦК и коагулологических нарушений, в зависимости от характера изменений параметров гемостаза у донора и родильниц при геморрагических осложнениях, тем самым повысить эффективность лечения.

Эти вопросы являются малоизученными и в современной клинической медицине имеется настойчивая потребность в изучении данной проблемы для восполнения этого пробела.

Цель работы: улучшение результатов лечения родильниц с массивной кровопотерей за счет индивидуального подбора гемопрепаратов с учетом показателей гемостаза донора и коагулопатий у родильниц.

Материалы и методы исследования

Исследование включало в себя два этапа. Первый этап исследования заключался в изучении показателей гемостаза различных категорий доноров, распределение их по группам в зависимости от возраста и других факторов.

Анализируются результаты коагулологических тестов 200 доноров (100 мужчин и 100 женщин) в возрасте от 18 до 65 лет, с массой тела более 55 кг, с частотой кроводачи 3–4 раза в год (от 5 до 20 донаций за весь период донорства). Забор донорской крови проводился по общепринятым стандартам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

Кровь у доноров на исследование гемостаза брали в стандартные гемостазиологические вакутейнеры из подкожной локтевой вены, смешивая ее в пробирке с цитратом Na (38% раствор лимонно-кислого натрия)

в соотношении 9:1. Исследованием были определены следующие показатели: количество эритроцитов, содержание гемоглобина, время свертывания крови (ВСК) по Ли-Уайту, частично активированное тромбопластиновое время (АЧТВ), протромбиновый индекс, агрегация тромбоцитов (агрескрин), содержание фибриногена по Клауссу, антитромбина III и общего белка сыворотки.

В зависимости от возраста доноры были разделены на 4 группы- А, В, С, D. В группу А включены доноры (n=50) в возрасте от 18 до 34 лет, в группу В — (n=50) в возрасте от 35 до 45 лет, в группу С -(n=50) в возрасте от 46 до 59 лет, в группу D -(n=50) в возрасте от 60 до 65 лет.

Все медицинские процедуры, связанные с переработкой компонентов крови, проводились в соответствии с утвержденными медицинскими стандартами службы крови Республики Таджикистан «Стандарты качества в службе крови» протокол № 2 от 26.11.2010 года, также «Руководства по клиническому применению донорской крови и ее компонентов» от 2.11.2016 года (№ 837).

Второй этап исследования заключался в использовании компонентов крови при проведении трансфузионной терапии у родильниц при массивной кровопотере в акушерской практике на основании их индивидуального подбора с учетом показателей гемостаза компонентов донорской крови и показателей гемостаза у родильниц (реципиента).

Исследование проведено в родильных отделениях больниц г. Душанбе и районов республиканского подчинения. Всего обследовано 67 родильниц, из которых в исследуемую группу вошли 37 пациенток в возрасте от 19 до 44 лет, перенесших в родах массивную кровопотерю. Проводилась компонентная трансфузионная терапия индивидуального подбора среды с учетом показателей гемостаза донора и для коррекции нарушений гемостаза родильниц. Из всех обследованных контрольную группу составили 30 родильниц, перенесшие массивную кровопотерю, которым плазматрансфузия проводилась без учета показателей гемостаза донорской плазмы, т.е. без индивидуального подбора компонентов для трансфузионной терапии.

Массивную кровопотерю мы констатировали на основании концепции В. J. Huntetal (2015), согласно которой она проявляется учащением числа сердечных сокращений свыше 110 ударов в минуту и/или снижением систолического артериального давления ниже 90 мм рт.ст.

Причинами кровотечения были:

- ◆ осложненные роды, потребовавшие выполнения кесарева сечения 17,9% (n=12);

Таблица 1. Изменения показателей гемостаза доноров (всего 100 человек) в зависимости от их возраста (M±m)

Показатели	группа А (n=50)	группа В(n=50)	группа С(n=50)	группа D(n=50)
Эритроциты, x10 ¹² /л	4,45±0,04	4,47±0,04°	4,44±0,04°°	4,41±0,01°°°
Гемоглобин, г/л	134,1±1,12	137,1±1,32°	137±1,23°°	135±0,17°°°
ВСК по Ли-Уайту, сек	447±24	402±21°	315±19*°	232±18***
Агрегация тромбоцитов,%	90±2,13	94±2,13°	98,3±1,14**	101±0,2***
Фибриноген, г/л	2,22±0,05	2,28±0,05°	2,34±0,05°°	3,10±0,01***
Антитромбин III,%	109±2,0	102±2,0*	98±2,54**	91±0,07***
АЧТВ, сек	29,8±0,38	25,3±0,37*	25,3±0,37*°	24,7±0,07*°°
ПТИ,%	87±1,5	91±1,8°	95,1±1,9*°	99,7±2,1***°
Белок, г/л	74,5±1,07	73,5±1,07°	68,9±1,07**	67,5±0,19***

Примечание: где ° — p<0,05 разница статистически не достоверна и* — p<0,05 разница достоверна между показателями предыдущих и последующих групп.

- ◆ подлежащие или преждевременная отслойка плаценты 20,9% (n=14);
- ◆ травмы родовых путей 20,9% (n=14);
- ◆ послеродовая гипотония и/или атония матки 40,3% (n=27).

Родильницы были разделены на две группы: 1-я 30 (44,8%) родильниц, которым кровопотерю возмещали традиционным способом, т.е. без индивидуального подбора компонентов крови и 2-я группа 37 (55,2%) родильниц, которым препараты для трансфузии подбирались, в зависимости от характера изменений параметров гемостаза у донора и реципиента. По основным семи признакам группы родильниц были репрезентативны: возраст, количество родов, причина и объем кровопотери, сопутствующая экстрагенитальная патология, объем и состав проведенной инфузионно-трансфузионной терапии. До возмещения кровопотери забиралась кровь у пациенток для исследования следующих параметров гемостаза: количество эритроцитов, содержание гемоглобина, ВСК по Ли-Уайту, АЧТВ, протромбиновое время, протромбиновый индекс, международное нормализованное отношение (МНО), агрегация тромбоцитов, концентрация фибриногена, антитромбин III (АТ-III).

Все исследования проведены с соблюдением норм биомедицинской этики, получено письменное информированное согласие пациенток. Результаты

исследований подвергнуты статистической обработке с определением M±m, показателя статистической значимости различий (t) и достоверности различий (p) по Стьюденту.

Результаты и их обсуждение

При проведении заместительной терапии анализируемым больным учитывали только объем переливаемой свежзамороженной плазмы (СЗП). Начинали возмещение кровопотери инфузионно с коллоидных и кристаллоидных плазмозаменителей. Трансфузия препаратов крови для коррекции нарушений гемостаза осуществлялась после получения результатов гемостазиологического исследования у родильниц. Эритроцит содержащие компоненты и концентрат тромбоцитов трансфузировали по показаниям при дефиците ОЦК или тромбоцитов в зависимости от их содержания в периферической крови. Донорская плазма является компонентом крови, содержащим факторы свертывания крови, физиологических антикоагулянтов и компонентов фибринолитической системы, то есть является средством восстановления нарушенного баланса про- и антикоагулянтных, а также фибринолитических резервов крови. Особыми качествами обладает свежзамороженная плазма, приготовленная в течении 6-часов после экфузии крови путем отделения от форменных элементов методами центрифугирования и помещением в аппарат быстрой заморозки, обеспечивающим ее заморажива-

Таблица 2. Средняя потребность в СЗП на 1 родильницу в зависимости от причины кровотечения в контрольной и исследуемой группах

Причины кровопотери в осложненных родах	Количество СЗП на 1 пациентку (мл)	
	контрольная группа (n=30)	исследуемая группа (n=7)
Операция кесарево сечение	1456±140	934±109*
Травма родовых путей	1890±156	1325±118*
Предлежание или преждевременная отслойка плаценты	1972±162	1380±125*
Раннее послеродовое гипотоническое или атоническое кровотечение	2267±185	1558±152*

Примечание: где * — $p < 0,05$ и это статистическая достоверность различий между показателями исследуемой и контрольной групп.

Таблица 3. Разница средней потребности в СЗП на 1 родильницу для коррекции гемостаза при индивидуальном подборе

Объём кровопотери	Количество СЗП (мл) на 1 пациентку	
	контрольная группа (n=30)	исследуемая группа (n=37)
менее 900 мл	714±135	445±52*
от 900 до 1200 мл	954±374	560±95*
от 1200 до 2400 мл	1410±146	924±110*

Примечание: где * — $p < 0,05$ и это статистическая достоверность различий между показателями исследуемой и контрольной групп.

ние в течение одного часа в соответствии с действующими правилами и инструкциями ВОЗ.

Изменения показателей гемостаза у доноров в зависимости от их возраста и соответственно числа донаций крови представлены в таблице 1.

Как видно из представленной таблицы у доноров в зависимости от возраста и количество донаций с положенным интервалом, показатели красной крови (эритроциты, гемоглобин) достоверно не меняются ($p < 0,05$), в то же время показатели системы гемостаза имеют существенные различия между группами ($p < 0,05$), что доказывает целесообразность изучения проблемы для достижения поставленной цели и решения задач.

Исходя из результатов приведенных выше, из крови анализируемых доноров были получены следующие варианты свежемороженой плазмы:

1. Свежемороженая плазма с нормальным содержанием факторов свертывания крови (группы С и D);

2. Свежемороженая плазма с повышенным содержанием факторов свертывания крови (группа В);
3. Свежемороженая плазма с нормальным содержанием факторов свертывания крови и повышенным содержанием факторов противосвертывающей системы (группа А).

При анализе характера трансфузионной терапии у пациенток с индивидуальным подбором донорской плазмы для компонентной коррекции гемостаза установлено (таблица 2), что самая высокая потребность в СЗП наблюдалась у родильниц при родах, которых имели место ранее гипотоническое или атоническое кровотечение и у них средней показатель перелитой СЗП составил 1558±152 мл. Средняя потребность в СЗП при родах, осложненных кровотечением обусловленных травмами родовых путей и кровотечениями, обусловленными предлежанием плаценты или её преждевременной отслойки, практически одинаковы и составили в среднем 1325±118 мл и 1380±125 мл соответственно. Из всех причин кровотечений при оперативном родоразрешении

потребность в СЗП была минимальной и составила в среднем 934 ± 109 мл.

При сравнении данных контрольной и исследуемой группы, которые получили трансфузию по индивидуальному подбору исходя из показателей нарушений гемостаза выявлено, что при всех видах причин массивной кровопотери потребности в СЗП у исследуемой группы были меньше чем у контрольной группы, так как эффект достигнут с меньшим объемом при индивидуальном подборе трансфузионных сред ($p < 0,05$).

Таким образом, основываясь на представленных данных, нами была предварительно рассчитано средняя потребность СЗП с индивидуальным подбором, на одну пациентку с кровопотерей, осложненных при родах.

Очевидно, что средний показатель потребности в СЗП с индивидуальным подбором соответствовал объёму кровопотери, сведения о средней потребности в СЗП на одну родильницу для коррекции гемостаза индивидуальным подбором компонентов приведены в таблице 3.

Показатели гемостаза у родильниц перенесших массивное кровопотере характеризовались гипокоагуляцией (BCK по Ли-Уайт — от 521 до 744 сек, АЧТВ — от 39 до 45 сек, МНО в пределе 1,25–1,7 и фибриноген от 1,11 до 1,77 г/л), что требовало применять донорскую плазму от доноров группы В.

Данный подход позволил у подавляющего большинства родильниц этой группы на фоне остановленного хирургическим путем кровотечения, добиться нормализации показателей гемостаза после проведения компонентной трансфузионной терапии наименьшей дозой трансфузионных сред для компонентной коррекции нарушений гемостаза у исследуемой группы по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$).

К тому же, за короткие сроки у 34 (91,9%) родильниц достигнуто восполнение ОЦК и улучшение показателей крови (гемоглобина и эритроцитов), стабилизация целевых показателей гемодинамики и диурез превысил 0,5 мл/мин.

Осложнения возникли у 3 (8,1%) родильниц исследуемой группы, у которых не удалось своевременно осуществить хирургический гемостаз, потребовало проведения длительной (свыше 6 часов) инфузионно-трансфузионной терапии. В том числе у 2 (5,4%) родильниц развился ДВС-синдром, о чем свидетельствовали результаты лабораторных исследований: продукты деградации фибриногена — 15–28 мкг/л, тромбоцитопения — $40\text{--}50 \times 10^9/\text{л}$, снижение фибриногена — 1,33–1,55

г/л, протромбинового времени — 20–25 секунд, АЧТВ — 50–60 сек., увеличение времени кровотечения, а также клинические проявления ДВС-синдрома (нарушения кровотока в микроциркуляторном русле различных органов, обуславливающих их дисфункцию, интенсивностью и распространенностью геморрагического синдрома).

Для лечения ДВС применялась терапия с учетом показателей коагулограммы, ЦВД и функции жизненно важных органов:

- ◆ свежезамороженная плазма 15–20 мл/кг массы тела,
- ◆ криопреципитат 1 доза на 10–15 кг массы тела,
- ◆ тромбоцитарная масса 1 доза на 10–15 кг массы тела,
- ◆ транексамовая кислота 15 мг/кг внутривенно.

Удалось купировать ДВС у одной родильницы, у которой наступило выздоровление. На фоне продолжающегося кровотечения у другой родильницы имело место неблагоприятный исход и летальность составил 2,7% из 37 (100%) родильниц в исследуемой группе.

У одной родильницы отмечались признаки острого почечного повреждения: концентрация креатинина в сыворотке крови — 195 мкмоль/л, снижение диуреза $< 0,5$ мл/кг/час, (согласно критериям KDIGO Clinical Practice Guideline, 2012). С целью его устранения применялась следующая терапия: компонентная гемотерапия (отмытые эритроциты 400 мл, свежезамороженная плазма 400 мл, эритропоэтин 400 МЕ под контролем Нв, Антибиотикотерапия после определения флоры и чувствительности к антибиотикам. Поддерживались целевые показатели гемодинамики (120–140 мм рт.ст.), проводили контроль ЦВД и клинико-лабораторных, биохимических показателей крови и коагулограмма. Кишечный диализ — содовые клизмы 2% 2 литр, Трентал/Латрен в рамках инфузии). На 3-е сутки после остановки кровотечения явления почечного повреждения были устранены.

Всем 30 (100%) родильницам контрольной группы возмещение кровопотери проводилось в традиционном режиме, т.е. без индивидуального подбора донорской плазмы. До начала инфузионно-трансфузионной терапии показатели системы гемостаза характеризовались такими же сдвигами, что и в предыдущей группе (BCK по Ли-Уайту — от 489 до 684 сек, АЧТВ — от 39 до 45 сек, МНО — в пределе 1,25–1,7 и фибриногена от 1,11 до 1,77 г/л).

После проведения трансфузии свежезамороженной плазмы без индивидуального подбора в соответствии нарушений гемостаза в объемах, аналогичных предыду-

шей группы, нормализации параметров гемостаза не наступило, о чем свидетельствуют нарушения в системе гемостаза родильниц (ВСК по Ли-Уайту – от 372 до 656 сек, АЧТВ – от 36 до 41 сек, МНО – в пределе 1,2–1,4 и фибриноген – от 1,33 до 1,55 г/л). Это обстоятельство потребовало увеличения объема переливаемой плазмы в среднем на $450,4 \pm 30,8$ мл и увеличения продолжительности инфузионно-трансфузионной терапии.

Среди родильниц контрольной группы осложнения развились у 5 (16,7%) больных из 30 (100%) пациенток. У 1 (3,3%) пациентки развилась ОПН, которой успешно проведена 5 сеансов гемодиализа. Летальный исход имело место у 3 (10%) родильниц, в том числе у 2 (6,7%) — развился ДВС-синдром и у 1 (3,3%) — возник острый респираторный дис-

тесс-синдром (ОРДС), у них, несмотря на проведение ИВЛ и комплекса лечебных мероприятий закончился летально.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что предлагаемая технология, связанная с индивидуальным подбором донорской плазмы в зависимости от характера нарушений гемостаза у реципиента при возмещении кровопотери в акушерстве имеет ряд достоинств. Уменьшение объема переливаемой плазмы, быстрее чем при традиционной методике, нормализует целевые параметры гемостаза у родильницы, сокращает время проведения инфузионно-трансфузионной терапии, способствует уменьшению числа осложнений, т.е. улучшает результаты лечения родильниц с острой кровопотерей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резолюция IX Всероссийского научного форума Мать и дитя «Кровотечение в акушерской практике», Москва, 4-октября 2007 г.)
2. Johansson P.L/ (2007) Treatment of massively bleeding patients: introducing real-time monitoring, transfusion packages and thrombelastography.
3. Хватов, А. А. Рагимов, В. В. Валетова. Кровопотеря и принципы ее компенсации в экстренной хирургии Трансфузиология / Национальные руководства. Москва: М., 2012.
4. Кузник Б. И. Клеточные и молекулярные механизмы регуляции системы гемостаза в норме и патологии. — Чита: Экспресс-издательство, 2010.
5. Козяева, Е. А. Влияние условий ослабленного геомагнитного поля на активность плазменных факторов свертывания крови у практически здоровых доноров. Материалы междунар. симп. — Новосибирск, 2005.
6. Иванов, Е. И. Руководство по гемостазиологии / Е. И. Иванов. Минск: Беларусь, 1984.
7. Национальные рекомендации острое повреждение почек: основные принципы диагностики, профилактики и терапии, А. В. Смирнов, В. А. Добронравов.
8. Guidelines for the Blood Transfusion Services in the United Kingdom [webpage on the Internet]. Chapter 7: Specifications for Blood Components. 8th ed. suppl 2013
9. Caudill JS, Nichols WL, Plumhoff EA, et al. Comparison of coagulation factor XIII content and concentration in cryoprecipitate and fresh-frozen plasma. *Transfusion*. 2009.
10. NHSBT [webpage on the Internet]. NHSBT Portfolio of Blood Components and Guidance for their Clinical Use. 2014.
11. Green L, Knight M, Seeney F, et al. The haematological features and transfusion management of women who required massive transfusion for major obstetric hemorrhage in the UK: a population based study. *Br J Haematol*. 2016.
12. Hunt BJ, Allard S, Keeling D, Norfolk D, Stanworth SJ, Pendry K. Практическое руководство по гематологическому управлению основным кровотечением. *Br J Haematol*. 2015.
13. Британского комитета по стандартам в области гематологии. *Br. J. Haematol*. 2014.

© Кубиддинов Азмиддин Файзуллоевич (azmidd.87@mail.ru), Тагожонов Зариф Фозилович,
Саидов Джухрагон Сафолович, Одинаев Азиз Абдусатторович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВТОРНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВНУТРИБРЮШНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЯХ И ЖЕЛЧЕИСТЕЧЕНИИ

THE RESULTS OF REOPERATIONS WITH INTRA-ABDOMINAL HEMORRHAGE AND BILE LEAKAGE

R. Omorov
S. Aytbaev
A. Abdiev
A. Kanietov
S. Saparov
R. Kalmatov

Summary. aim of study — to present the results of reoperations with intra-abdominal hemorrhage and bile leakage in abdominal surgery. Reoperations were performed in 38 patients, of them for bleeding in 22 and bile leakage in 16 patients. Complications in early period occurred in 13 patients (34.2%) (pleuritis — 3, subdiaphragmatic abscess — 1, wound infection in 4, adhesive mechanical ileus — 1, infiltrate in the operating wound area — 4), two patients died from multiple organ dysfunction (5,6).

Keywords: abdominal cavity diseases, hemorrhage, bile leakage, reoperations, complications, mortality.

Оморов Рахатбек Арзыбекович
Д.м.н., профессор, член-корр. НАН КР, КГМА
им. И. К. Ахунбаева

Айтбаев Съездбек Айылчиевич
К.м.н. ассистент, КГМА им. И. К. Ахунбаева
siezbekaitbaev@gmail.com

Абдиев Аллан Асыгалиевич
К.м.н., ассистент, КГМА им. И. К. Ахунбаева

Каниетов Айбек Кубанычбекович
Врач-хирург, ГКБ№ 1 г.Бишкек; ассистент, КГМА
им. И. К. Ахунбаева

Сапаров Сыймык
Врач-хирург, ГКБ№ 1 г.Бишкек; аспирант, КГМА
им. И. К. Ахунбаева

Калматов Роман Калматович
Д.м.н., профессор, ОшГУ
krkmtmc@gmail.com

Аннотация. цель исследования — представить результаты повторных операций при внутрибрюшном кровотечении и желчеистечении в абдоминальной хирургии. Повторные операции выполнены у 38 больных, из них по поводу кровотечения у 22 и желчеистечения у 16. Осложнения в ближайшие сроки возникли у 13 больных (34,2%) (плеврит — 3, поддиафрагмальный абсцесс — 1, нагноение раны у 4, спаечная кишечная непроходимость — 1, инфильтрат в области операционной раны — 4), умерли двое больных от полиорганной недостаточности (5,6).

Ключевые слова: заболевания органов брюшной полости, кровотечение, желчеистечение, повторные операции, осложнения, летальность.

Введение

Одной из сложных и окончательно не решенных проблем в абдоминальной хирургии является оперативное лечение внутрибрюшных кровотечений и желчеистечений [1,2]. Проблема осложнений в абдоминальной хирургии и повторные операции при их возникновении обусловлены высокими цифрами летальности, что заставляет хирургов вновь и вновь обращаться к этой проблеме и искать пути к снижению летальности [3]. Наиболее часто кровотечение и желчеистечение возникают после операций, выполненных при заболеваниях печени и желчного пузыря, особенно при их осложненных формах. С внедрением лапароскопических операций появился новый тип осложнений — это ятрогенные повреждения, лечение которых довольно сложное и не всегда заканчивается благоприятным исходом [4,5]. Большое значение в исходах повторных операций имеют сроки их выполнения, которые связаны со своевременной диагностикой [6,7]. В литературе

уделено достаточно внимания повторным операциям и многие исследователи отмечают, что важным моментом является увеличение числа больных лиц пожилого и старческого возраста, которые тяжело переносят повторные операции в сравнении с основным оперативным вмешательством из-за наличия тяжелых сопутствующих заболеваний, и кроме того отдаленные результаты после повторных операций значительно худшие, чем при первичных [8,9], а между тем в большинстве случаев повторные операции единственная мера для спасения жизни больного. Однако и после повторных операций также возникают осложнения и высокая летальность, идут поиски мер профилактики, которые позволили улучшить исходы и изучается характер осложнений и причины их возникновения.

Цель исследования — представить результаты повторных операций при таких осложнениях как внутрибрюшное кровотечение и желчеистечение.

Таблица. Типы операций после которых возникли осложнения

Типы операций	кровотечения	желчеистечения
Холецистэктомия из них: лапароскопическая	6	6
Лапаротомная	6	4
Эхинококкэктомия	2	2
Резекция печени	8	4
Всего	22	16

Материал и методы обследования

Под наблюдением находилось 38 больных, которым были выполнены повторные операции в связи с внутрибрюшным кровотечением и желчеистечением. Они оперированы в период с 2015 по 2017 г. включительно. Из 38 больных женщин было 24 и мужчин 14, возраст колебался от 26 до 76 лет. Они были оперированы по поводу ЖКБ, осложненной острым холециститом 5 пациентов и 7 с хроническим, им операция выполнена лапароскопически, а у 10 минилапаротомным доступом. По поводу эхинококкоза оперировано 4 и альвеококкоза 12.

В обследовании больных помимо общепринятых методов исследования (общий анализ крови и мочи, ЭКГ, свертываемость) использовано УЗИ с целью диагностики заболевания и в послеоперационном периоде для своевременного выявления осложнений брюшной и грудной полости, как метод наиболее информативный для выявления послеоперационных осложнений [3,7]. Полученные результаты обработаны путем вычисления относительных величин (%).

Результаты и их обсуждение

По поводу возникшего внутрибрюшного кровотечения оперировано 22 больных. Типы операций после которых возникло кровотечение и желчеистечение даны в таблице.

После холецистэктомии выполненной лапароскопически кровотечение возникло у 6 больных, у двух из них оно было обусловлено соскальзыванием лигатуры с пузырьной артерии, а у 4 из ложа удаленного желчного пузыря. Все они оперированы в первые 6 часов после операции. В их диагностике использованы показатели отделяемого через дренаж и результаты УЗИ при котором выявлено было скопление жидкости в подпеченоч-

ном пространстве, у 4 гемодинамические показатели были в пределах уровня к концу операции, а у двух наблюдалось снижение артериального давления и увеличивалась частота пульса, но основным показанием для выполнения лапаротомии были результаты УЗИ. Все они повторно оперированы, пузырьная артерия перевязана, а при кровотечении из ложа пузыря выполнено ушивание кровотокающих участков, а у двух к раневой поверхности фиксирована пластина «Тахокомб».

После лапаротомной холецистэктомии кровотечение также возникло у 6 больных, оно было из ложа желчного пузыря. Здесь также показанием явилось выделение крови из дренажей и снижение гемодинамических показателей, и основным решающим диагностическим приемом являлись результаты УЗИ. Из 6 больных — трое оперированы до 12 часов с момента выполнения операции, а 3 после 24 часов. При релапаротомии выполнена дополнительно электрокоагуляция кровотокающих участков, а у двух использована пластина «Тахокомб».

После эхинококкэктомии кровотечение отмечено у двух больных у которых после операции возникло снижение артериального давления, снижение уровня гемоглобина и выявлено наличие жидкости в подпеченочном пространстве. При релапаротомии установлено, что кровотечение обусловлено повреждением сосуда при ликвидации полости фиброзной капсулы путем капитонажа. Кровотечение остановлено путем ушивания.

У наибольшего числа больных кровотечение возникло после операций, выполненных по поводу альвеококкоза (8 больных) у них выполнена травматичная операция гемигепатэктомия (4 чел.) и атипичная резекция еще у 4 больных. Были сложности в определении срока повторной операции, так как у всех были выполнены травматичные операции с большой кровопотерей и длительной продолжительностью операции (6–7

часов). И несмотря на эти сложности кровотечение в брюшную полость было определено в первые 12 часов после операции. Повторные операции заключались в прошивании кровоточащих участков ткани печени и фиксацией пластины «Тахокомб». После повторной операции, выполненной по поводу кровотечения умер 1 больной у которого операция была выполнена по поводу альвеококкоза. Кровотечение остановлено, проведен комплекс мер, направленных на предотвращение печеночной недостаточности, но метаболические нарушения прогрессировали и больной погиб от полиорганной недостаточности.

Вторую группу составили 16 больных у которых повторные операции выполнены в связи с желчеистечением. После лапароскопической холецистэктомии желчеистечение возникло у 6 больных. Необходимо отметить, что при этом осложнении к повторной операции подходили строго индивидуально. Если через страховой дренаж в первые сутки выделялось большое количество желчи и не имело тенденции к уменьшению, а при УЗИ выявляли скопление жидкости в подпеченочном пространстве, то оперировали больных в первые сутки, таких пациентов было 4. При повторной операции у 2 выявлено пристеночное повреждение холедоха, холедох был дренирован по Керу, а у двух желчеистечение обусловлено было соскальзыванием клипс с пузырного протока, при повторной операции пузырный проток перевязан. Еще у двух больных желчеистечение через страховой дренаж не прекращалось и не уменьшалось и они были повторно оперированы, установлено, что желчеистечение было из ложа желчного пузыря.

У 4 больных после лапаротомной холецистэктомии желчеистечение потребовало повторного оперативного лечения. Оно было обусловлено у одного больного соскальзыванием лигатуры с пузырного протока, а у 3 из ложа желчного пузыря. При повторной операции пузырный проток перевязан, ложе пузыря ушито.

У двух больных после эхинококкэктомии наблюдалось желчеистечение, не имеющее тенденции к снижению количества желчи, что явилось основанием для повторной операции, при которой установлено, что желчеистечение связано с неушитым желчным свищом в момент первой операции.

Еще у 4 больных желчеистечение возникло после операции, выполненных по поводу альвеококкоза печени. За ними вели наблюдение и при отсутствии уменьшения желчи они были повторно оперированы — выполнен холестаза.

При повторной операции после ликвидации причины кровотечения и желчеистечения брюшную полость

многократно орошали озонированным физиологическим раствором хлорида натрия с концентрацией озона 8–10мкг/мл и брюшную полость дренировали подпеченочное пространство и малый таз. После операции выполняли УЗИ через 1–2дня для выявления осложнений и назначали противовоспалительную терапию (цефазолин или цефтриаксон по 1,0 внутривенно два раза в сутки в сочетании с метронидазолом 100 мл 2 раза в сутки внутривенно), обезболивающие средства по показаниям и инфузионную терапию, которая обязательно включала гепатотропные препараты, комплекс витаминов, свежемороженную плазму, реополиглокин и солевые растворы.

После операции создавали функционально выгодное положение для обеспечения дренирования брюшной полости и уже с первых часов после операции — дыхательную гимнастику и лечение сопутствующих заболеваний.

Однако, несмотря на активное ведение больных и выполнения комплекса мер профилактики осложнения возникли у 13 из 38 оперированных (34,2%): плеврит у 3 (излеченный пункциями), поддиафрагмальный абсцесс у одного (излечен дренированием под контролем УЗИ), нагноение раны у 4, инфильтрат в области операционной раны у 4 и у одного на 4 сутки после повторной операции возникла спаечная кишечная непроходимость — выполнена ререлапаротомия, наступило выздоровление.

Умерло 2 больных, одна больная после повторной операции, выполненной по поводу эхинококкоза печени осложненной желчеистечением, но после операции, несмотря на комплекс мер, полиорганная недостаточность нарастала, что явилось причиной смерти. И один больной умер также от полиорганной недостаточности, оперированный по поводу альвеококкоза печени, ему повторная операция была выполнена также по поводу желчеистечения.

Таким образом, наши наблюдения показали, что после операций на органах брюшной полости грозным осложнением являлся кровотечение и желчеистечение:

1. После повторных операций необходимо выполнение комплекса мер для коррекции метаболических нарушений.
2. Осложнения после повторных операций составили 36,1%, а летальность 5,6%.
3. Основным методом диагностики кровотечения и желчеистечения являлось ультразвуковое исследование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бебуришвили, А. Г. Релапаротомия в раннем послеоперационном периоде [Текст] / А. Г. Бебуришвили, И. В. Михин, А. Н. Акинчиц // Эндоскопическая хирургия. — 2006. — № 5. — С. 25–29.
2. Жигаев, Г. Ф. Повторные операции на желчных путях после холецистэктомии [Текст] / Г. Ф. Жигаев, А. Д. Быков, И. С. Зутьхарова // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2008. — Том 61, № 3. — С. 77–78.
3. Бояринцев, Н. М. Повторные операции в экстренной и плановой абдоминальной хирургии [Текст] / Н. М. Бояринцев // Хирургия. — 2015. — № 4. — С. 72–75.
4. Акинчин, А. Н. Показания к применению и технология релапаротомии [Текст] / А. Н. Акинчин // Материалы Всероссийской конференции общества хирургов. Астрахань. — 2006. — С. 243–245.
5. Martinez-Casas I. Preoperative risk factors for mortality after relaparotomy, analysis of 254 patients [Text] / I. Martinez-Casas, Y.Y. Sancho, E. Nve // Langenbecks. Arch. Surg. — 2010. — Vol. 396, № 5. — P. 527–534.
6. Шапошников, В. И. повторные операции при язвенной болезни [Текст] / В. И. Шапошников, В. А. Авакимян, Р. К. Карипиди // Кубанский научно-медицинский вестник. — 2011. — № 6. — С. 181–184.
7. Бордаков, В. Н. Ультразвуковой метод диагностики интра-абдоминальных послеоперационных осложнений [Текст] / В. Н. Бордаков // Военная медицина. — 2010. — № 3. — С. 75–79.
8. Голик, А. Д. Повторные операции в urgentной хирургии [Текст] / А. Д. Голик, В. Н. Ситников, М. В. Турбин // Сборник трудов международного хирургического конгресса. Ростов-на-Дону. — 2005. — С. 117–118.
9. Woung, Y. C. The effects of repeat laparoscopic surgery on the treatment of complications resulting from laparoscopic surgery [Text] / Y. C. Woung // Am. Surg. — 2012. — Vol. 78, № 9. — P. 926–932.

© Оморов Рахатбек Арзыбекович, Айтбаев Съездбек Айылчиевич (siezbekaitbaev@gmail.com),
Абдиев Аллан Асыгалиевич, Каниетов Айбек Кубанычбекович, Сапаров Сыймык,
Калматов Роман Калматович (krkmkmc@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



КГМА им. И. К. Ахунбаева

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ЭКСТРАКТОРА — ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ВЫБОРА НОВОГО ПРИБОРА

EVIDENCE OF THE EFFECTIVENESS OF ELECTRONIC EXTRACTOR — THE BASIS FOR THE SELECTION OF A NEW DEVICE

**D. Puiu
N. Sokolovich**

Summary. The article is devoted to the study of efficiency of new electronic extractor in the case of use of this device for the extracting of fractured endodontic instruments from the tooth root canal. The study was conducted on the removed teeth. The reliability of results was confirmed on x-ray tests. The obtained data allow to draw a conclusion about the effectiveness of the test device and recommend electronic extractor for implementation in clinical practice.

Keywords: electronic extractor, fragment of endodontic instrument, complication of endodontic treatment, extract of instrument fragment from the tooth root canal, effectiveness of electronic extractor.

Пую Дарья Анатольевна

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный университет

Соколович Наталия Александровна

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет
elis-1989@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам изучения эффективности нового электронного экстрактора в случае его использования для извлечения отломков эндодонтических инструментов из корневого канала зуба. Исследования проводились на удаленных зубах. Достоверность результатов подтверждалась рентгенологическим исследованием. Полученные данные позволяют сделать вывод об эффективности исследуемого прибора и рекомендовать его для внедрения в клиническую практику.

Ключевые слова: электронный экстрактор, отломок эндодонтического инструмента, осложнение эндодонтического лечения, извлечение отломков из корневого канала зуба, эффективность электронного экстрактора.

Современная стоматология все больше ориентирована на такие методы лечения, с помощью которых можно не только вылечить имеющееся стоматологическое заболевание, но и существенно улучшить качество жизни пациента [1]. Огромное количество новейших материалов и технологий ежедневно внедряются в клиническую практику, повышая качество проводимого лечения [2]. Эндодонтия является ярким тому примером. Однако количество осложнений в процессе лечения осложненных форм кариеса по-прежнему остается на достаточно высоком уровне [3]. Ввиду доказанной важности полноценной механической, медикаментозной обработки системы корневых каналов и последующей их пломбировки, можно сделать вывод о серьезном влиянии такого осложнения, как отлом инструмента в корневом канале [4, 5, 6, 7, 8]. Представленные на сегодняшний день методики не могут в полной мере решить данную проблему, что инициирует к созданию и изучению новых разработок в данной области.

Целью данного исследования стало доказательство эффективности новейшего электронного экстрактора в процессе извлечения отломков эндодонтических инструментов из корневого канала зуба.

Материалы и методы

Для исследования были отобраны резцы, клыки и трехканальные моляры обеих челюстей, удаленные на амбулаторном хирургическом приеме по различным показаниям, которые перед началом эксперимента подвергались специальной обработке в 10% растворе нейтрального формалина в течение 24ч. Использовались только зубы с проходимыми корневыми каналами, которые ранее не подвергались эндодонтическому лечению.

Нами было предложено экспериментальные зубы разделить на 2 группы (112 резцов и клыков с корневыми каналами, не представляющими особых трудностей для эндодонтического лечения, и 62 трехканальных моляра, имеющие более сложное анатомическое строение).

В случае удачной попытки извлечения отломка некоторые зубы были повторно использованы в эксперименте при условии применения другого инструмента большего размера.

В данном эксперименте применялись различные эндодонтические инструменты в количестве 400 штук

Таблица 1. Количество использованных в эксперименте инструментов

Инструмент	Количество
К-файл	100 (25%)
Н-файл	100 (25%)
К-ример	100 (25%)
ProTaper	100 (25%)
Итого	400 (100%)

Таблица 2. Распределение инструментов в зависимости от материала изготовления

Материал изготовления инструмента	Количество инструментов
Сталь	300 (75%)
Никель-титановый сплав	100 (25%)
Итого	400 (100%)

Таблица 3. Соотношение общего количества зубов с количеством зубов, использованных в эксперименте дважды

Группа зубов	Количество зубов	Количество зубов, использованных в эксперименте дважды
Резцы, клыки	112 (64,4%)	48 (42,9%)
Моляры	62 (35,6%)	18 (29%)
Итого	174 (100%)	66 (37,9%)

(К-файлы, Н-файлы, К-римеры (Mani, Япония), ProTaper Universal (Densply Maillefer, Швейцария) — по 100 штук каждой разновидности).

Рентгенологическое исследование удаленных зубов проводилось с помощью рентгеновского стоматологического аппарата «Poskom», модель Rextar-X LCD (Posdion Co., Ltd., Корея). Оцифровывание пленочного рентгеновского изображения производилось на высокоразрешающем сканере «Digoga» с программным обеспечением для Windows версия 1.51 (Soredex, Финляндия). Для каждого зуба исследование проводилось трижды (до начала работы, после позиционирования электрода, после завершения процесса извлечения).

Нашему исследованию подвергался электронный экстрактор (ООО «Спектр-Микро», Россия), предназначенный для извлечения отломков эндодонтических инструментов из корневого канала зуба. Принцип работы экстрактора состоит в осуществлении контактной внутриканальной микросварки между экстрагирующим электродом и отломком инструмента.

Результаты

В ходе проведения исследовательской работы были проведены эксперименты, в которых нами исследовалась эффективность электронного экстрактора. По завершении данного этапа работы были получены следующие данные.

Использованные инструменты по виду были разделены на 4 равные группы, по 100 инструментов каждого вида (Таблица 1).

Ввиду того, что электронный экстрактор предназначен для извлечения отломков инструментов как из стали, так и из никель-титанового сплава, в исследовании были представлены эндодонтические инструменты, изготовленные из обоих вышеперечисленных материалов. Таким образом, получилось, что 300 инструментов (75%) были отнесены в группу стальных (в их числе К-файлы, Н-файлы, К-римеры), а 100 штук (25%) — в группу никель-титановых (ProTaper) (Таблица 2).

В группе резцов и клыков было решено использовать 40 зубов в случае применения К-файлов, 40 зубов в случае с К-римерами. Также было выделено по 16 зубов для использования Н-файлов и ProTaper. Остальные 48 Н-файла и ProTaper (по 24 каждого вида) были использованы в тех зубах, из которых удалось извлечь К-файлы или К-римера. В группе моляров мы использовали по 20 трехканальных зубов при применении К-файлов и столько же в случае с К-римерами. 12 зубов из этой группы потребовалось для проведения эксперимента с Н-файлами и 10 для ProTaper (в общем 22 зуба). 18 моляров были использованы дважды (то есть второй раз после удачной попытки извлечения предыдущего инструмента) при исследовании с 8 Н-файлами и 10 ProTaper.

Таблица 4. Показатель эффективности электронного экстрактора в зубах группы «Резцы / клыки»

Инструмент	Количество инструментов в группе резцы/клыки	Количество извлеченных инструментов
К-файл	40 (25%)	38 (95%)
Н-файл	40 (25%)	32 (80%)
К-ример	40 (25%)	36 (90%)
ProTaper	40 (25%)	30 (75%)
Итого	160 (100%)	136 (85%)

Таблица 5. Показатель эффективности электронного экстрактора в зубах группы «Моляры»

Инструмент	Количество инструментов в группе моляры			Количество извлеченных инструментов		
	Дистальный канал / небный канал	Медиально-язычный канал / Дистально-щечный канал	Медиально-но-щечный канал	Дистальный канал / небный канал	Медиально-язычный канал / Дистально-щечный канал	Медиально-щечный канал
К-файл	20 (25%)	20 (25%)	20 (25%)	18 (90%)	14 (70%)	16 (80%)
Н-файл	20 (25%)	20 (25%)	20 (25%)	8 (40%)	2 (10%)	4 (20%)
К-ример	20 (25%)	20 (25%)	20 (25%)	18 (90%)	14 (70%)	14 (70%)
ProTaper	20 (25%)	20 (25%)	20 (25%)	12 (60%)	0 (0%)	2 (10%)
Итого	80 (100%)	80 (100%)	80 (100%)	56 (70%)	30 (37,5%)	36 (45%)

Таблица 6. Показатель эффективности электронного экстрактора в зависимости от извлекаемого инструмента

Инструмент	Количество извлеченных инструментов
К-файл	86 (86%)
Н-файл	46 (46%)
К-ример	82 (82%)
ProTaper	44 (44%)
Итого	258 (64,5%)

Таблица 7. Показатель эффективности электронного экстрактора в зависимости от материала изготовления извлекаемого инструмента

Материал изготовления инструментов	Количество извлеченных инструментов
Сталь	214 (71,3%)
Никель-титановый сплав	44 (44%)
Итого	258 (64,5%)

Таким образом, 48 зубов из группы резцов и клыков (42,9%) и 18 зубов из группы моляров (39%) были использованы в эксперименте повторно (то есть всего 66 зубов, что составило 37,9% от общего числа использованных зубов) (Таблица 3).

При планировании эксперимента было решено в первой группе (резца, клыки) использовать по 40 штук (25% от общего количества в группе) инструментов каждого вида. По окончании исследования в первой группе (резцы и клыки) были получены следующие данные: удалось извлечь 38 К-файлов (95%), 32 Н-файлов (80%), 36 К-римеров (90%) и 30 ProTaper (75%). Таким образом, в данной группе из 160 инструментов с помощью элек-

тронного экстрактора было извлечено 136 инструментов (85%) (Таблица 4).

Для проведения исследования в группе моляров было решено использовать по 20 инструментов каждого вида (25% от общего числа инструментов для одного корневого канала) при работе в небном/дистальном канале и по столько же при работе в медиально-щечных каналах и медиально-язычных/дистально-щечных. В результате работы были получены следующие данные об извлечении инструментов:

- А) из дистального/небного канала было извлечено: 18 К-файлов (90%), 8 Н-файла (40%), 18 К-римеров (90%) и 12 ProTaper (60%)

Б) из медиально-язычного/дистально-щечного канала: 14 К-файлов (70%), 2 Н-файл (10%), 14 К-римеров (70%) и ни одного ProTaper (0%)

В) из медиально-щечного канала: 16 К-файлов (80%), 4 Н-файла (20%), 14 К-римеров (70%) и 2 ProTaper (10%).

Всего из дистального/небного канала было извлечено 56 инструментов (70%). Из медиально-язычного/дистально-щечного канала извлекли 30 инструментов (37,5%). А из медиально-щечного канала удалось извлечь 36 отломков инструментов (45%) (Таблица 5).

По завершению исследования нами были получены следующие результаты. Учитывая, что каждой разновидности инструмента было по 100 штук (40 инструментов мы использовали в группе резцов и клыков, а 60 в группе моляров (по 20 штук в каждый из 3 каналов)), всего в обеих группах нам удалось извлечь 86 К-файла (86%), 46 Н-файла (46%), 82 К-ример (82%) и 44 ProTaper (44%), то есть всего по окончании эксперимента нами было извлечено 258 отломков инструментов (64,5%) (Таблица 6).

При работе электронного экстрактора с электродом, предназначенным для извлечения стальных отломков, был получен положительный результат в 214 случаях из 300 (что соответствует 71,3%). В случае использования специального электрода для работы с отломками из никель-титанового сплава нами был достигнут результат в 44 извлеченных отломка (44%) (Таблица 7).

Выводы

Наилучшие результаты в группе «Резцы/клыки» были достигнуты при извлечении К-файлов и К-риме-

ров (95% и 90%), однако процент извлеченных Н-файлов и ProTaper был несколько ниже 80% и 75%). Сходная картина наблюдается и в группе «Моляры». Также здесь процент успешных извлечений колеблется в зависимости от того, в каком из корневых каналов находился отломок. С большей вероятностью извлекались отломки из дистального/небного канала (в среднем было извлечено 70% отломков). А из медиально-щечных и медиально-язычных/дистально-щечных корневых каналов извлечь отломки были значительно сложнее, что отразилось на итоговом количестве извлеченных оттуда инструментов (45% и 37% соответственно). Нам удалось сделать вывод о том, что в обеих группах зубов приблизительно с одинаковой вероятностью извлекались К-файлы и К-римеры (86% и 82% соответственно), а также Н-файлы и ProTaper (46% и 44% соответственно). Также был сделан вывод о более успешном извлечении стальных отломков по сравнению с никель-титановыми (71,3% по сравнению в 44%). Полученные данные дают нам право предположить, что неудачи в процессе извлечения отломков были обусловлены большей агрессивностью тех инструментов, которые не удалось извлечь, сложностью анатомического строения отдельных корневых каналов (особенно в группе «Моляры»), а также более низкой степенью фиксации электрода к никель-титановым отломкам по сравнению со стальными. Это поможет нам определить направления дальнейших научных разработок электронного экстрактора, а также совершенствовать экстрагирующий электрод. Тем не менее, данные полученные в ходе эксперимента с электронным экстрактором, позволяют сделать вывод о высокой эффективности исследуемого прибора и рекомендовать его для внедрения в повседневную клиническую практику врача стоматолога.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Манджиева Д. С. Непрямой метод реставрации зубов в эстетической стоматологии // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 3. С. 55–58.
2. Биосовместимые материалы и новые технологии в стоматологии. Сб. статей международной конференции. 27–28 ноября 2014. — 2014. — Казань. Изд-во Казанского (Приволжского) федерального университета. 270 с.
3. Иорданишвили А. К., Салманов И. Б., Сериков А. А. Осложненные формы кариеса зубов как причина обращаемости за медицинской помощью военнослужащих и гражданских лиц // Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье. 2015. № 3. С. 35–40
4. Коэн С., Бернс С. Эндодонтия. Пер. с англ. 8-е изд. СПб.: Изд. дом STBOOK. 2007. 1026 с.
5. Ламли Ф. Практическая клиническая эндодонтия. Пер. с англ.; Под ред. И. М. Макеевой. М.: МЕДпресс-информ, 2007. 127 с.
6. Роудз Дж. С. Повторное эндодонтическое лечение: консервативные и хирургические методы. пер. с англ. М.: МЕДпресс-информ. 2009. 216 с.
7. Тронстад Л. Клиническая эндодонтия. Пер. с англ. 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2009. 288 с.
8. Хюльсманн М., Шефер Э. Проблемы эндодонтии. Профилактика, выявление и устранение. М.: Азбука. 2009. 586 с.

© Пую Дарья Анатольевна, Соколович Наталия Александровна (elis-1989@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СОПУТСТВУЮЩЕЙ ПАТОЛОГИИ У БОЛЬНЫХ С ПОЛИПАМИ ТОЛСТОГО КИШЕЧНИКА

CHARACTERISTICS AND CLINICAL VALUE OF ACCOMPANYING PATHOLOGY IN PATIENTS WITH COLON POLYPS

**S. Styazhkina
V. Dudarev
A. Balobanova
D. Nikolaev**

Summary. In patients with single and multiple colon polyps, comorbidity of mild degree prevails. The high prevalence of modifiable factors of cardiovascular risk is established; 40% of patients have a high and very high risk of developing fatal cardiovascular events. 64% of those enrolled in the study have an average and high risk of developing colon cancer; 43% of men have a high degree of conjugation of cardiovascular and cancer risks.

Keywords: colon polyps, comorbidity, cardiovascular risk, intestinal cancer.

Стяжкина Светлана Николаевна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Дударев Валерий Михайлович

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Балобанова Анна Сергеевна

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Николаев Демьян Витальевич

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Аннотация. У больных с одиночными и множественными полипами толстого кишечника преобладает коморбидность легкой степени. Установлена высокая распространенность модифицируемых факторов сердечно-сосудистого риска; 40% пациентов имеют высокий и очень высокий риск развития фатальных кардиоваскулярных событий. 64% включенных в исследование имеют средний и высокий риск возникновения рака толстого кишечника; у 43% мужчин регистрируется высокая степень сопряженности сердечно-сосудистого и онкологического рисков.

Ключевые слова: полипы толстого кишечника, коморбидность, сердечно-сосудистый риск, рак кишечника.

Диагностика и своевременное лечение облигатных предраковых заболеваний толстой кишки — актуальная проблема колопроктологии. Известно, что большинству случаев рак толстого кишечника развивается из аденоматозных полипов [1]. Наиболее часто полипы толстой кишки развиваются в возрасте 40–60 лет, когда, как правило, у пациентов уже имеет место сочетание нескольких синдромов или заболеваний. Данное обстоятельство может во многом определить не только онкологический риск пациента, но также и вероятность развития других неинфекционных заболеваний, способных оказать существенное влияние на прогноз. Проблема всесторонней оценки состояния пациента, страдающего одновременно несколькими заболеваниями — важнейший аспект современной клинической практики. К сожалению, врачи не всегда обращают внимание на сосуществование нескольких болезней у пациента и преимущественно занимаются лечением «профильной» нозологии. В 1970 г. Alvan Feinstein — выдающийся американский врач, исследователь и эпидемиолог предложил понятие «коморбидность». Он

вкладывал в этот термин представление о наличии дополнительной клинической картины, которая уже существует или может появиться самостоятельно, помимо текущего заболевания, и всегда отличается от него [2]. С точки зрения современной медицины, следует всегда рассматривать текущее заболевание и искать подходы к нему в совокупности с анализом перенесенных болезней, факторов риска и предикторов, имеющих у больного, а также с расчетом вероятности потенциально возможных осложнений.

Проведено достаточно исследований, посвященных проблеме коморбидности при воспалительных заболеваниях кишечника (болезнь Крона, неспецифический язвенный колит) [3, 4, 5]. Коморбидность же пациентов с полипами кишечника исследована в меньшей степени [6].

Цель. В группе пациентов с полипами толстого кишечника представить характеристику коморбидного статуса, оценить риски развития фатальных сердечно-сосудистых заболеваний и рака толстого кишечника.

Материалы и методы

Исследование выполнено у 45 пациентов (28 мужчин, 17 женщин), находившихся на стационарном лечении в колопроктологическом отделении Бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской республики «1 Республиканская клиническая больница Министерства здравоохранения Удмуртской республики» в период с 2016 по 2018 г.г. Критерии включения пациентов: мужчины и женщины в возрасте до 65 лет с одиночными и множественными полипами толстого кишечника, давшие согласие на участие в исследовании. Критерии исключения: диффузный семейный полипоз, тяжелые сердечно-сосудистые заболевания (перенесенные инфаркт миокарда и острое нарушение мозгового кровообращения, сердечная недостаточность III — IV функционального класса). Помимо выполненных в отделении диагностических исследований (общеклинические и биохимические анализы крови и мочи, электрокардиография, фиброгастродуоденоскопия, фиброколоноскопия, ультразвуковое исследование внутренних органов); пациентам проводились оценки коморбидного статуса, риска фатальных сердечно-сосудистых заболеваний и риска развития рака толстого кишечника.

Оценка коморбидности проводилась с использованием системы CIRS (Cumulative Illness Rating Scale) [7]. Система CIRS предполагает отдельную суммарную оценку состояния каждой из систем органов: «0» соответствует отсутствию заболеваний выбранной системы, «1» — легким отклонениям от нормы или перенесенным в прошлом заболеваниям, «2» — болезни, нуждающейся в назначении медикаментозной терапии, «3» — заболеванию, ставшему причиной инвалидности, а «4» — тяжелой органной недостаточности, требующей проведения неотложной терапии. Система CIRS оценивает коморбидность по сумме баллов, которая может варьировать от 0 до 56. Кроме того, производился расчет гериатрического варианта кумулятивного индекса коморбидности (CIRS-G) [8].

Для оценки риска развития фатальных сердечно-сосудистых заболеваний в течение ближайших 10 лет в зависимости от пола, возраста, уровня систолического артериального давления (САД), курения и уровня общего холестерина (ОХС) использовалась шкала SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation). Всем пациентам производился расчет индекса массы тела (ИМТ).

Оценка риска возникновения рака толстого кишечника (в зависимости от пола, возраста, массы тела, наличия полипов кишечника, анемии, сахарного диабета и т.д.) проводилась с использованием балльной шкалы, предложенной Рядинской Л. А. (2014) [9].

Значения количественных параметров, оцениваемых у пациентов, представлены в виде медианы, а также — первого и третьего квартилей. Анализ данных выполнялся согласно методикам, применяемым в медико-биологической статистике.

Результаты и их обсуждение

Возраст пациентов, включенных в исследование, составил 63(55; 64) года. Установлено, что у всех пациентов, наряду с основным заболеванием — одиночные и множественные полипы толстого кишечника, имела место различная сопутствующая патология желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Так, у 17 пациентов (38%) в анамнезе отмечалась язвенная болезнь, у 6 (13%) — хронический панкреатит. У 9 пациентов (20%), наряду с полипами толстого кишечника, выявлены полипы желудка. У 2 включенных в исследование пациентов (4%) был установлен диагноз неспецифического язвенного колита. Нельзя исключить наличие общих патогенетических механизмов возникновения полипов и сочетающихся с ними других заболеваний ЖКТ (характер питания, дисбактериоз кишечника, нарушения местного и общего иммунного ответа, нарушения продукции желчных кислот, хроническое воспаление и др.) [1].

Нами отмечено весьма частое выявление у включенных в исследование пациентов заболеваний со стороны других органов и систем. У 21 пациента (47%) с полипами толстого кишечника зафиксированы заболевания костно-мышечной системы: 14 человек страдали остеоартрозом, 7 наблюдались с диагнозом «недифференцированный артрит». У 6 (13%) обследованных в качестве сопутствующего диагноза имела место бронхиальная астма. Артериальная гипертензия (АГ) зафиксирована у 20 обследованных пациентов (44%), что, в целом, соответствует данным о распространенности данного состояния в российской популяции [10]. У 5 обследованных (11%) зарегистрировано ожирение I степени; 3 пациента страдали сахарным диабетом 2 типа. Анемия легкой степени выявлена у 3 женщин (7% от числа всех обследованных). Кроме того, у 3 пациенток имела желчнокаменная болезнь.

Достаточно высокая частота регистрации сопутствующей соматической патологии у пациентов с полипами толстого кишечника послужила основанием для количественной оценки их коморбидного статуса. В целом у обследованных, число баллов по шкале CIRS составило 11 (8; 12), значение индекса CIRS-G — 1,52 (1,46; 1,6); достоверных гендерных отличий по оцениваемым параметрам зафиксировано не было. Проведенный анализ продемонстрировал значительное превалирование у обследуемых больных легкой степени коморбидности; сумма баллов по шкале CIRS у этих пациентов составила

9 (8; 11), значение индекса коморбидности — 1,49 (1,44; 1,59). Лишь у 8 больных суммарный балл по шкале CIRS был в диапазоне от 15 до 28 (коморбидность средней тяжести); по указанной подгруппе значение данного показателя составило 19,5 (18,5; 21,25), а индекса коморбидности — 1,8 (1,79; 1,85).

Особое внимание в исследовании было уделено оценке распространенности факторов сердечно-сосудистого риска у включенных в исследование пациентов, а также анализу прогностической значимости их сочетания у каждого конкретного больного. Еще раз подчеркнем, что в настоящее исследование не были включены лица, перенесшие в прошлом какие-либо кардиоваскулярные события, и, как следствие, имеющие очень высокий сердечно-сосудистый риск. По нашим данным, среди включенных в исследование пациентов (а это были лица, считавшие себя здоровыми, в кардиологическом плане), регистрировалась весьма высокая распространенность т.н. модифицируемых факторов сердечно-сосудистого риска. Так, курение было отмечено у 16 человек (36%), при этом, среди мужчин распространенность данного фактора составила 50%. Уровень САД в группе обследованных составил 134(128; 146) мм рт.ст. При этом, повышенный уровень САД, укладывающийся в критерии АГ (≥ 140 мм рт.ст.), был зафиксирован у 20 пациентов (44%); 3 пациента контролировали АГ в пределах целевых значений АД на фоне приема комбинированной терапии. ОХС плазмы крови у пациентов составил 5,6 (4,8; 6,0) ммоль/л, при этом, дислипидемия (уровень ОХС $> 4,9$ ммоль/л) регистрировалась у 30 человек (66,7%). Избыточная масса тела (ИМТ 25–29,9 кг/м²) и ожирение (ИМТ > 30 кг/м²) отмечались у 51% и у 11% обследованных пациентов соответственно. Важно отметить, что избыточная масса тела и ожирение являются не только признанными факторами кардиоваскулярного риска, но и увеличивают вероятность развития колоректального рака [11]. У 42 пациентов, включенных в исследование, проведена оценка риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний по шкале SCORE (у 3 пациентов, страдающих сахарным диабетом 2 типа, оценка риска с использованием данной шкалы не проводилась). Согласно нашим данным, у 40% обследованных (18 пациентов) показатель риска развития фатальных сердеч-

но-сосудистых заболеваний в течение 10 лет превышал 5%, при чем, половина из них имела значения оцениваемого параметра более 10% (очень высокий риск). В группе мужчин значение показателя сердечно-сосудистого риска значимо превышало таковое у женщин: 5,9 (4,03; 11,4)% и 2,9 (1,9; 4,3)% соответственно ($p < 0,01$).

С использованием балльной шкалы у пациентов проведена оценка риска возникновения рака толстого кишечника. При этом, умеренный риск возникновения заболевания (сумма баллов от 9 до 13) зарегистрирован у 23 обследованных (51%), высокий (сумма баллов более 13) — у 6 пациентов (13%). В группе мужчин установлена ассоциация между высоким и очень высоким сердечно-сосудистым риском и умеренным и высоким развитием рака толстого кишечника: указанное сочетание зафиксировано у 43% пациентов (коэффициент взаимной сопряженности Пирсона $S=0,72$; $p=0,002$). Указанное обстоятельство свидетельствует о необходимости междисциплинарного подхода к пациентам с полипами толстого кишечника с целью коррекции модифицируемых факторов как онкологического, так и сердечно-сосудистого рисков.

ВЫВОДЫ

1. У больных с полипами толстого кишечника часто регистрируются сопутствующие хронические заболевания ЖКТ, патология опорно-двигательного аппарата, АГ, избыточная масса тела; исследование по методике CIRS свидетельствует о преобладании в данной группе пациентов легкой степени коморбидности.

2. Среди обследованных установлена высокая распространенность модифицируемых факторов сердечно-сосудистого риска; 40% пациентов имеют высокий и очень высокий риск развития фатальных кардиоваскулярных событий.

3. 64% включенных в исследование пациентов имеют средний и высокий риск возникновения рака толстого кишечника; у 43% обследованных мужчин регистрируется высокая степень сопряженности сердечно-сосудистого и онкологического рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаптева Е.А., Козлова И. В., Мялина Ю. Н., Пахомова А. Л. Полипы толстой кишки: эпидемиология, факторы риска, критерии диагностики, тактики ведения. Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 2. С. 252–259.
2. Верткин А.Л., Скотников А. С. Коморбидность (Часть I). Лечащий врач. 2013. № 6. С. 66–68.
3. Joyce M.R., Hannaway C. D., Strong S. A., Fazio V.W., Kiran R. P. Impact of smoking on disease phenotype and postoperative outcomes for Crohn's disease patients undergoing surgery. Langenbecks. Arch. Surg. 2013. Jan; 398(1): 39–45.
4. Carlomagno N., Grifasi C., Dumani X., Lo Conte D., Renda A. Clinical management of Crohn's disease in the elderly. Ann. Ital. Chir. 2013. May-Jun; 84(3): 263–267.
5. Maconi G., Furfaro F., Sciurri R., Bezzio C., Ardizzone S., de Franchis R. Glucose intolerance and diabetes mellitus in ulcerative colitis: pathogenetic and therapeutic implications. World J Gastroenterol. 2014. Apr 7; 20(13): 3507–3515.

6. Agaimy A., Mudter J., Märkl B., Chetty R. Cytomegalovirus infection presenting as isolated inflammatory polyps of the gastrointestinal tract. *Pathology*. 2011. Aug; 43(5): 440–446.
7. Верткин А. Л., Скотников А. С. Коморбидность. *Лечащий врач (Часть II)*. 2013. № 8. С. 78–82.
8. Miller M. D.¹, Paradis C. F., Houck P. R., Mazumdar S., Stack J. A., Rifai A. H., Mulsant B. Rating chronic medical illness burden in geropsychiatric practice and research: application of the Cumulative Illness Rating Scale. *Psychiatry Res*. 1992. Mar; 41(3): 237–248.
9. Радинская Л. А. Коморбидные заболевания при гепатокарциноме и раке толстой кишки: автореф. дисс. . . . канд. мед. наук: 14.01.12. — Ростов-на-Дону, 2014. — 26 с.
10. Бойцов С. А., Баланова Ю. А. Шальнова С. А. и др. Артериальная гипертония среди лиц 25–64 лет: рпспространенность, осведомленность, лечение и контроль. По материалам исследования ЭССЕ. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2014. Т. 13, № 4. С. 4–14.
11. Милица К. Н., Маслова А. И. Абдоминальное ожирение как фактор риска развития колоректальных аденом. *Запорожский медицинский журнал*. 2016. № 5(98). С. 53–57.

© Стяжкина Светлана Николаевна, Дударев Валерий Михайлович,
Балобанова Анна Сергеевна, Николаев Демьян Витальевич
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ижевская государственная медицинская академия

СОМАТИЗИРОВАННАЯ ДЕПРЕССИЯ

Сухоручко Светлана Валерьевна

Ассистент, Московский Государственный Медико-
Стоматологический Университет им. А. И. Евдокимова
ssv152@yandex.ru

SOMATIC DEPRESSION

S. Sukhoruchko

Summary. Somatized depression presents an urgent problem of modern medicine. This is due to the fact that patients with this pathology are observed not only by a psychiatrist, but also make up a quarter of those receiving out-patient medical treatment from other specialties. The complexity of diagnosis and timely detection of somatized depression is determined by a huge range of various complaints made by patients. Recognition of this pathology and the appointment of adequate treatment contribute to improving overall well-being, mood and have a positive impact on the quality of life.

Keywords: somatized depression, antidepressants, selective serotonin reuptake inhibitors, anxiolytics, psychotherapy.

Введение

Соматизированная депрессия, по мнению большинства исследователей, представляет собой атипично протекающую депрессию, при которой собственно симптомы депрессии скрыты за маской стойких соматических и вегетативных жалоб (синонимы: ларвированная, маскированная, скрытая, амбулаторная, алекситимическая, латентная, вегетативная, а также депрессия без депрессии) [4,9].

Депрессия представляет собой одну из самых распространенных патологий. Риск заболеть депрессией в течение жизни — до 20%. В течение жизни депрессию переносят до 10% мужчин и до 20% женщин [4].

На долю пациентов, страдающих соматизированными психическими расстройствами, приходится 20–40% от всех больных амбулаторного приема [16].

Многими авторами отмечено, что среди лиц, страдающими хроническими заболеваниями внутренних органов распространенность депрессивных расстройств составляет около 25%, что значительно выше, чем в популяции [15].

Диагноз депрессивного расстройства у данной категории пациентов устанавливается в среднем через 3 года после начала заболевания. До этого больной проходит повторные длительные, сложные, дорогостоящие и малоэффективные курсы обследования и лечения у врачей разных специальностей по поводу сопутствующих заболеваний [4,16].

В литературных данных отмечено, что более высокая подверженность депрессии свойственна женщинам,

Аннотация. Соматизированная депрессия представляет актуальную проблему современной медицины. Это обусловлено тем, что пациенты с данной патологией наблюдаются не только у врача-психиатра, но и составляют четверть лиц амбулаторного приема врачей других специальностей. Сложность диагностики и своевременное выявление соматизированной депрессии определяется огромным спектром разнообразных жалоб, предъявляемых больными. Распознавание данной патологии и назначение адекватного лечения способствуют улучшению общего самочувствия, настроения и оказывают положительное влияние на качество жизни.

Ключевые слова: соматизированная депрессия, антидепрессанты, селективные ингибиторы обратного захвата серотонина, анксиолитики, психотерапия.

возможно в связи с тем, что они эмоциональнее реагируют на стресс, чаще обращаются за медицинской помощью и у них выше уровень соматизации аффективных расстройств [2].

У мужчин, по мнению большинства авторов, аффективная патология часто скрыта за фасадом аддиктивных расстройств (злоупотребление алкоголем, наркотическими веществами, гемблинг), характерологическими расстройствами с ауто- или гетероагрессивным поведением. Кроме того, у мужчин при развитии депрессии высока вероятность риска суицидального поведения [2,7].

Цель работы: анализ литературных данных, посвященных вопросам изучения этиологии, патогенеза, основным клиническим проявлениям и подходов к терапии соматизированной депрессии.

Важным этапом в развитии учения о соматизированных аффективных расстройствах признан период 70–80-х годов XX в., что связано с выявлением клинического патоморфоза депрессий и распространение форм, скрывающих аффективную составляющую за другими симптомами (псевдоневрологическими, соматовегетативными, астеноневротическими, аддиктивными и др.) [10].

В данный период времени наиболее широкое распространение получает парадигма маскированной депрессии [9].

Согласно данным материалов международной конференции, которая была посвящена данной патологии (1973 г.), зарегистрировано увеличение числа пациентов, которые страдают эндогенной депрессией, маскированной соматическими жалобами [10].

По мнению большинства авторов, сложности диагностики и выбора терапевтического подхода к решению данной проблемы существуют и в настоящее время, что обусловлено многочисленными соматическими феноменами [11,12].

Еще в начале XX в. психодинамически ориентированные исследователи высказывали мнение о связи телесных жалоб с интрапсихическим механизмом подавления аффектов [10].

В отечественной психиатрии была выдвинута концепция койнестопатии, которая интерпретировала сенсации центрального генеза в контексте системного анатомо-физиологического единства с эмоциями тревоги и страха [13].

Похожую точку зрения разделял и J. Lopez-Ibor, обозначая патологические соматические сенсации при депрессии в качестве «тотальных соматоэстетических переживаний» [18].

Некоторыми авторами было высказано предположение о том, что в норме соматические ощущения, которые определяются эмоциями, игнорируются, тогда как в болезненном состоянии они способны поглощать все внимание больного, влияя на его поведение [19].

Появление в клинической картине депрессивных состояний различных патологических сенсаций может быть обусловлено общностью патогенетических звеньев депрессии и боли [6,7].

K. Dobson и соавт. (1990 г.) полагали, что облигатным признаком соматизированных депрессий является тревога [19].

Нейродинамические и нейрохимические аспекты патогенеза соматизированных депрессий

Депрессивная симптоматика связана с нарушением функции нейроморфологического комплекса структур мозга, известного как лимбикодиэнцефальный круг Папеца-Мак-Линнея, включающего: диэнцефальные структуры, кору лобных долей, комиссуры и полосатое тело, глубинные области височных долей и лимбикореткулярные образования [5].

В соответствии с концепцией Н.П. Бехтеревой клиническая картина депрессии определяется формированием системы устойчивого патологического состояния, основанной на энграммах долгосрочной, в том числе патологической, памяти. В обеспечении стабильной памяти существенную роль играют таламокортикальные связи [10].

Тип нарушений аффекта при депрессии зависит от нарушений межполушарно-диэнцефального взаимодействия с участием лимбикореткулярных структур.

Интероцептивные нарушения связаны с расстройством протопатической чувствительности, в обеспечении которой существенную роль играют диэнцефальные структуры. Соответственно, по данным нейрофизиологических исследований, в патогенезе соматосенсорных феноменов участвуют нарушения функции диэнцефальных отделов и диэнцефально-межполушарного взаимодействия.

С характерными для патогенеза депрессии диэнцефальногипоталамическими нарушениями связаны расстройства вегетативной и эндокринной регуляции, в том числе деятельности систем внутренних органов [5].

Таким образом, сочетание в структуре соматизированной депрессии соматоформных и собственно аффективных расстройств определяется формированием патологической детерминантной системы, включающей диэнцефальные отделы и внутренние органы.

Нейрохимической основой коморбидно-клинического сочетания соматоформных и депрессивных расстройств является идентичность нарушений в нейрохимических системах нейромедиаторнонейрорецепторного взаимодействия в патогенезе этих состояний [5,7,19].

В первую очередь это нарушения в серотонинергической, норадренергической и дофаминергической системах, которые являются фармакодинамической мишенью действия антидепрессантов.

Локализация соматосенсорных феноменов и вегетативных нарушений определяется в большинстве случаев наличием определенных патологических изменений со стороны систем органов по типу «места наименьшего сопротивления» [4,7].

Многими исследователями выявлено, что соматизация аффективных расстройств в значительной мере может быть обусловлена половой принадлежностью, возрастом, преморбидными особенностями личности [6,9,15].

Основные клинические проявления соматизированной депрессии

Соматизированные депрессии характеризуются доминированием относительно простых, гомономных, типичных для заболеваний внутренних органов жалоб, вышедших на первый план в клинической картине депрессии [17].

Тесная связь соматических нарушений и патологий настроения была описана в работах Т.В. Довженко, Ю.А. Васюк, О.Б. Благовидова и др. [10].

Результатом совместной работы психиатров и гастроэнтерологов было обнаружение общих закономерностей развития синдрома раздраженного кишечника и депрессии, проявляющихся одновременной манифестацией, параллельным изменением степени тяжести в соответствии с патологическим циркадианным ритмом, совместной редукцией при обратном развитии депрессивного синдрома, фазным типом течения [10,20].

Высокая степень сопряженности гипотимии с расстройствами гастроинтестинальной системы (60–70%) отмечена в исследовании E. Walker. Автором функциональные расстройства кишечника (абдоминалгии, тошнота, метеоризм, вздутие живота, запоры и пр.) были рассмотрены как проявление депрессивного симптомокомплекса [20].

У пациентов, страдающих мигренью, в большинстве случаев (70%-80%) выявляются психические расстройства, из которых большая часть приходится на депрессию [7].

Основные диагностические критерии

К основным опорным признакам, позволяющим выявить (диагностировать) СД относятся следующие [1,8]:

- ◆ Пациент неоднократно и тщательно обследован по поводу многочисленных жалоб и соматовегетативных симптомов, которые не могут быть объяснены органическим, неврологическим или соматическим заболеванием; выявлено несоответствие между жалобами и объективным соматическим статусом; несоответствие динамики расстройств течению и исходу соматического заболевания (т.е. имеется изменчивость соматовегетативных проявлений, не присущая динамике соматического заболевания); отсутствие эффекта «общесоматической» терапии и положительный ответ на психотропные средства;
- ◆ Низкая социальная поддержка, отсутствие значимых межличностных связей, в том числе большое количество жизненно важных стрессовых событий, произошедших в год, который предшествовал появлению основных жалоб больного;
- ◆ Имеются преморбидные черты личности, отражающие особенности реактивности, (возможно выявление слабовыраженных симптомов депрессии), в анамнезе сведения о предшествующих депрессивных эпизодах, суицидальных попытках или приеме психотропных средств;

- ◆ Признаки цикличности соматоневрологических симптомов в настоящем состоянии и в анамнезе, среди которых: суточные колебания; сезонные обострения в виде весенне-осеннего ухудшения состояния (или основные симптомы могут появляться строго только в зимние периоды, что характерно для сезонных аффективных расстройств).

Основными диагностическими критериями соматизированной депрессии (по В.Ф. Десятникову и Т.Т. Сорокиной, 1981 г.) являются следующие: критерии клинической симптоматики (суточные колебания самочувствия, субдепрессивные расстройства, разнообразие соматовегетативных жалоб, расстройства витальных функций); критерии течения заболевания (сезонность проявлений, периодичность и волнообразность, зависимость от негативных эмоций, разнообразие проявлений в динамике заболевания); критерии эффективности лечения (отсутствие улучшения от соматической терапии, положительный эффект на фоне приема антидепрессантов) [10,11,12,16].

Основные направления терапии соматизированной депрессии

Большинством авторов признанными являются следующие направления терапии депрессивных расстройств: психофармакологическое и психотерапевтическое [3].

Первое представлено специфической группой препаратов психотропного действия.

В данный момент времени препаратами первого выбора при лечении депрессивных расстройств, особенно соматизированных, признаны антидепрессанты [3,14].

Среди групп антидепрессантов выделяют следующие [10]:

- ◆ Ингибиторы обратного захвата норадреналина и серотонина: венлафаксин (велаксин, венлаксор, эффексор) (150–300 мг); иксел (милнаципран) (100–250 мг);
- ◆ Норадренергические и серотонинергические антидепрессанты (NASA): миртазапин (ремерон, миртастадин) (15–45 мг);
- ◆ Норадренергические антидепрессанты: тианептин (коаксил) (37,5 мг);
- ◆ Мелатонинергические антидепрессанты: мелитор (агломелатин) (25–50 мг);
- ◆ Дофаминергические и норадренергические антидепрессанты: бупропион (велбутрин) (200–400 мг);
- ◆ Атипичные антидепрессанты: мапротилин (лудиомил) (50–150 мг); миансерин (миансан, лери-

вон, миасер) (30–60 мг); пиразидол (нормазидол) (150–300 мг); инказан (75–150 мг);

- ◆ Трициклические антидепрессанты: амитриптилин (саратен, эливел) (75–150 мг); кломипрамин (анафранил, клофранил) (75–150 мг); мелипрамин (имипрамин, имизин) (50–150 мг).

Особое значение в настоящее время уделяется антидепрессантам нового поколения, к которым относят селективные ингибиторы обратного захвата серотонина (СИОЗС): ципраamil (циталопрам, цитасандоз) (20–40 мг); ципралекс (эзограм) (10–20 мг); сертралин (стимулотон, золофт, залокс, сертролофт, серлифт) (50–200 мг); флувоксамин (феварин) (75–200 мг); пароксетин (паксил, рексетин) (20–50 мг); флуоксетин (прозак, продеп) (20–60 мг) [11].

Кроме того, возможно применение:

- ◆ анксиолитиков (транквилизаторов) бензодиазепин: феназепам (0,5–2 мг); диазепам (седуксен, сибазон, реланиум) (5–20 мг); медазепам (рудотель) (20–30 мг); гидазепам (15–60 мг); альпразолам (кассадан) (1,5–3 мг);
- ◆ нормотимиков (тимостабилизаторов): ламотриджин (ламиктал, ламатрин, эпилептал) (50–200 мг); соли вальпроевой кислоты (вальпроком, депакин, конвульсофин, эвериден) (0,3–0,6 г); карбамазепин (финлепсин, тегретол, зептол) (200–600 мг); клоназепам (антелепсин, ривотрил) (1–2 мг), соли лития (лития карбонат, контемнол) (0,3–0,9 г).

Алгоритм психофармакологической терапии депрессивного эпизода регламентирован протоколами оказания медицинской помощи по специальности «психиатрия» и критериями диагностики и лечения психических расстройств и расстройств поведения [11,16].

Начало лечения предполагается с селективных ингибиторов обратного захвата серотонина, ингибиторов обратного захвата норадреналина и серотонина, норадренергических и мелатонинергических антидепрессантов.

При недостаточном терапевтическом эффекте применяются норадренергические и серотонинергические антидепрессанты, дофаминергические и норадренергические антидепрессанты или атипичные антидепрессанты [1,10].

Если и эти группы антидепрессантов не позволяют достичь достаточной терапевтической реакции, необходимо назначение трициклических антидепрессантов, сочетающих высокую общую антидепрессивную активность с плохим профилем переносимости.

Эффективность назначенной схемы лечения оценивается через 6 недель. При недостаточном лечебном эф-

фекте принимается решение о переходе на следующий этап с назначением более действенной терапии.

При легком депрессивном эпизоде проводят лечение основными антидепрессантами.

При достижении достаточного терапевтического результата лечение необходимо продолжать в течение 6 недель. Далее назначается поддерживающее лечение тем же антидепрессантом в течение от 4 до 9 месяцев.

При недостаточной терапевтической реакции проводится лечение как при умеренном депрессивном эпизоде.

При наличии умеренного или тяжелого депрессивного эпизода с признаками выраженной тревоги или суицидального поведения проводят лечение основными антидепрессантами и анксиолитиками бензодиазепинами.

При достижении достаточной положительной терапевтической реакции продолжают лечение выбранным антидепрессантом в течение 6 недель. Одновременно проводят постепенную отмену анксиолитиков к 3–4ой неделе. Далее назначают поддерживающее лечение тем же антидепрессантом в течение от 4 до 9 месяцев.

При недостаточной терапевтической реакции назначают лечение как при рекуррентном депрессивном расстройстве.

При рекуррентном депрессивном расстройстве с повторными затяжными депрессивными эпизодами необходимо назначение основных антидепрессантов и стабилизаторов настроения (нормотимиков).

При достижении достаточной положительной терапевтической реакции продолжают лечение теми же препаратами в течение 6–8 месяцев с последующим назначением профилактического лечения тимостабилизаторами (нормотимиками).

При недостаточной терапевтической реакции помощь оказывается в условиях психиатрического стационара с назначением специальных схем интенсивного лечения [10,16].

Психотерапия соматизированной депрессии предполагает меры общей психотерапии: общение с пациентом с выражением сочувственного понимания его страданий и сопереживания.

Из методов специальной психотерапии для изменения представлений пациента о своем заболевании как

об уникальном, не поддающемся диагностике и лечению, применяется рациональная психотерапия.

Использование методов когнитивно-бихевиоральной психотерапии позволяет преодолеть пессимизм и депрессивную самооценку больного. На вегетативные нарушения эффективно влияют эриксоновские психотерапевтические технологии и аутогенная тренировка [3,10].

Вывод

Проблема соматизированной депрессии актуальна не только среди врачей-психиатров, но и врачей терапевтического профиля, поскольку проявлением данной патологии является разнообразие жалоб пациентов со стороны внутренних органов, ухудшение общего самочувствия, настроения и снижение качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акарачкова, Е. С. Возможности диагностики и лечения депрессивных расстройств в общесоматической практике / О. В. Котова, Е. С. Акарачкова, С. В. Вершинина // Психиатрия и психофармакотерапия. Журнал им. П. Б. Ганнушкина. — 2010. — № 4 (12) — С. 22–26.
2. Алексейчук, А. И. Гендерные особенности заболеваемости соматоформными расстройствами / А. И. Алексейчук // Журнал психиатрии и медицинской психологии. — 2010. — № 1–2 (24–25). — С. 36–40.
3. Андрущенко А. В. К проблеме терапии атипичных (соматизированных) депрессивных расстройств: опыт применения флюанксолола // Психиатрия и психофармакотерапия. — 2000. — Т. 2, № 4.
4. Быков Ю. В. Депрессии и резистентность: практическое руководство для врачей / Ю. В. Быков, Р. А. Беккер, М. К. Резников. — М.: РИОР: ИНФРА-М., 2013. — 374 с.
5. Вассерман Л. И. Методологические основания для исследования мозговой дефицитарности при депрессивных расстройствах / Л. И. Вассерман, Б. Б. Ершов, Б. В. Овчинников, О. Ю. Щелкова // Когнитивные и другие нервно-психические расстройства: материалы Второй всероссийской конференции с международным участием. — М., 2011. — С. 17–18.
6. Волель Б. А., Трошина Д. В. Соматизированная депрессия с когнитивными нарушениями у пациентки с артериальной гипертензией. — 2017.
7. Захаров В. В. Нервно-психические нарушения: диагностические тесты / В. В. Захаров, Т. Г. Вознесенская. — М.: МЕДпресс-информ, 2014. — С. 320.
8. Краснов, В. Н. Проблемы современной диагностики депрессии / В. Н. Краснов // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. — 2012. — № 11, Вып. 2: Депрессия. — С. 3–10.
9. Пономарева Л. Ю., Беспалов Ю. И., Стекольников Н. М. К вопросу о соматизированной депрессии / Вестник Казахского Национального медицинского университета. — 2014. — С. 77–78.
10. Психиатрия. Национальное руководство. Краткое издание / под ред. Т. Б. Дмитриевой с соавт.; отв. ред. Ю. А. Александровский. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — 624 с.
11. Мосолов С. Н. Диагностика и терапия депрессий при соматических заболеваниях / Фарматека. — 2003. — № 4. — С. 49–55.
12. Ромасенко Л. В. Дифференциальный диагноз при психосоматических расстройствах / Справочник врача общей практики. — 2014. — № 9. — С. 23–28.
13. Смулевич А. Б., Дубницкая, Э. Б., Читлова В. В. Тревожная депрессия: проблема типологии и конституционального предрасположения / Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. — 2013. — № 1. — С. 56–68.
14. Собенников В. С., Прокопьева М. Л. Комбинированное лечение вальдоксаном и амитриптилином терапевтически резистентной соматизированной депрессии. / Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. — 2013;113(2): — С. 20–24.
15. Собенников В. С., Прокопьева М. Л., Собенников В. В. К ПРОБЛЕМЕ СОМАТИЗИРОВАННОЙ ДЕПРЕССИИ / Медицинское маркетинговое агентство «МедиаМедика». — М.: 2013. — С. 18–21.
16. Тювина Н. А., Прохорова С. В., Смирнова В. Н. Диагностика и лечение депрессий в амбулаторной практике / Психиатрия и психофармакотерапия. — 2011. — Т. 13. — № 2. — С. 14–18.
17. Хлебникова, Л. Ю. Клиническая характеристика атипичных (маскированных) депрессивных расстройств у больных в общей медицинской практике: дис. ... канд. мед. наук. — М., 2004. — 146 с
18. Bao AM. The stress system in depression and neurodegeneration: focus on the human hypothalamus / A. M. Bao, G. Meynen, D. F. Swaab // Brain Res Rev. — 2008. — Vol 57, N. 2. — P. 531–53.
19. Haug TT. The association between anxiety, depression, and somatic symptoms in a large population: The HUNT-II Study / Psychosom Med. — 2004. — Vol. 66(6). — P. 845–851.
20. Smith RC. Classification and Diagnosis of Patients with Medically Unexplained Symptoms / J. Gen. Intern. Med. — 2007. — № 5. — P. 685–691.

© Сухоручко Светлана Валерьевна (ssv152@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИДЕОЭНДОСКОПИЧЕСКИХ И ОТКРЫТЫХ ДОСТУПОВ ПРИ АДРЕНАЛЭКТОМИИ

COMPARATIVE EVALUATION OF VIDEO ENDOSCOPIC AND OPEN APPROACHES FOR ADRENALECTOMY

**M. Timerbulatov
E. Gimayev
Z. Subkhangulov
E. Grishina
B. Garifullin**

Summary. The results of surgical treatment of 206 patients with adrenal tumors were analyzed: 154 — videoendoscopic and 52 — traditional (open) access. Currently using multiple versions of access for performing computer assisted surgery adrenalectomy. The most popular of them are laparoscopic and retroperitoneoscopic access. Our study showed the advantages of such interventions: there was a significant decrease in intraoperative blood loss, pain, hospital stay, fewer intra — and postoperative complications.

Keywords: video endoscopic access, traditional access, adrenal gland, adrenalectomy.

Тимербулатов Махмуд Вилевич

*Д.м.н., профессор, Башкирский государственный медицинский университет г. Уфа
depf-surgery@yandex.ru*

Гимаев Эдуард Фоатович

*Аспирант, Башкирский государственный медицинский университет г. Уфа
gimed@yandex.ru*

Субхангулов Зинур Мавлютянович

К.м.н, Башкирский государственный медицинский университет г. Уфа

Гришина Елена Евгеньевна

К.м.н, Башкирский государственный медицинский университет г. Уфа

Гарифуллин Булат Мидхатович

*К.м.н, ГБУ здравоохранения Республики Башкортостан
Городская Клиническая Больница № 21 г. Уфа*

Аннотация. Проанализированы результаты хирургического лечения 206 больных с новообразованиями надпочечников: 154 — видеоэндоскопическим и 52 — традиционным (открытым) доступом. В настоящее время используется несколько вариантов доступов для выполнения эндовидеохирургической адреналэктомии. Наиболее популярные из них лапароскопический и ретроперитонеоскопический доступы. Наше исследование показало преимущества таких вмешательств: отмечено значительное снижение показателей интраоперационной кровопотери, болевого синдрома, времени пребывания в стационаре, меньшее количество интра- и постоперационных осложнений.

Ключевые слова: видеоэндоскопический доступ, традиционный доступ, надпочечник, адреналэктомия.

В последние два десятилетия развитие медицинских технологий привело к широкому внедрению в практику малоинвазивных эндоскопических методов лечения. В настоящее время выполнение эндоскопической адреналэктомии можно считать «золотым стандартом» в хирургии надпочечников. По сравнению с открытыми доступами малоинвазивные методы отличаются небольшим размером послеоперационных ран, а следовательно и меньшей травматичностью, что приводит к уменьшению болевого синдрома в послеоперационном периоде, сокращению сроков реабилитации пациентов, уменьшению периода нетрудоспособности. [5,12,13]. Впервые публикации о выполнении лапароскопических адреналэктомий появились в 1992 г. Операции были успешно выполнены пациентам с первичным альдостеронизмом, синдромом Кушинга и феохромоцитомой. [Higashihara E. 1992, Gagner M. 1992]. В Российской Федерации подобная операция впервые была

выполнена в 1995г в клинике имени Федорова С.П. (Военно-медицинская академия) [Майстренко Н.А., 1996]. По другим данным, первое эндовидеохирургическое вмешательство при новообразовании надпочечника впервые выполнено профессором С.И. Емельяновым и соавт. в 1996 г. [7]. Сразу же после появления первых сообщений о проведении эндоскопических вмешательств в хирургии надпочечников рядом зарубежных и российских авторов лапароскопическая адреналэктомия была внедрена в клиническую практику [2,3,4,6,10,11,14].

В настоящее время используется несколько вариантов доступов для выполнения эндовидеохирургической адреналэктомии. Наиболее популярные из них лапароскопический и ретроперитонеоскопический доступы.

Анализ результатов малоинвазивных вмешательств, при новообразованиях надпочечников показал зна-

Таблица 1

Возраст (лет)	I группа (N=150)		II группа (N=52)	
	Мужчины(%)	Женщины(%)	Мужчины (%)	Женщины(%)
21–30	4 (2,7)	7 (4,7)	0 (0)	3 (5,8)
31–40	11 (7,3)	22 (14,7)	2 (3,8)	8 (15,4)
41–50	15 (10)	36 (24)	4 (7,7)	13 (25)
51–60	12 (8)	21 (14)	3 (5,8)	11(21,2)
61–70	5 (3,3)	17 (11,3)	1 (1,9)	7 (13,5)
Всего: (%)	47(31,3)	103(68,7)	10 (19,2)	42 (80,8)
	150 (100)		52 (100)	

Диаграмма 1



Диаграмма 2

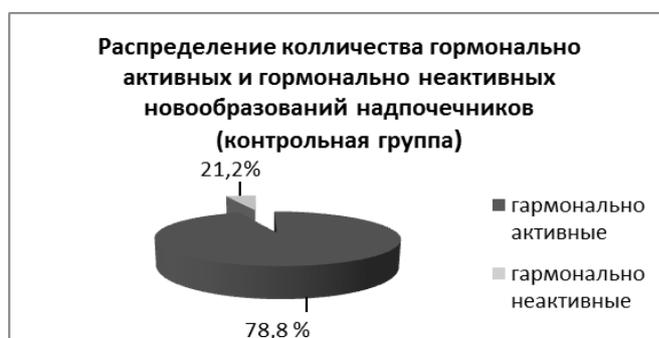


Диаграмма 3



Диаграмма 4



чительные преимущества эндовидеохирургических операций по сравнению с операциями, выполненными традиционным, открытым доступом. Эндоскопическая адrenaлэктомия сочетает в себе известные преимущества эндоскопических доступов (малая травматичность, низкая кровопотеря, хороший косметический эффект, уменьшение потребности в обезболивающих средствах, снижение длительности госпитального послеоперационного периода) с возможностью адекватной визуализации патологического очага, его идентификации и диссекции [15,16].

Материалы и методы

Клинические исследования проводились нами с 2008 по 2018 год, на клинической базе кафедры факультетской хирургии Башкирского государственного медицинского университета (г. Уфа). Нами было оперировано 150 пациента с новообразованиями надпочечников. Адrenaлэктомия выполнялась через эндовидеоскопический (лапароскопический ретроперитонеоскопический боковой и задний) доступ. Этот объем оперативного вмешательства большинством специалистов считается достаточ-

ным и наиболее адекватным при опухолях как доброкачественных, так и злокачественных. Возраст пациентов колебался от 23 до 70 лет. Для сравнения и определения клинической эффективности эндовидеоскопических доступов был проведен ретроспективный анализ 52 историй болезни пациентов, оперированных по поводу новообразований надпочечников посредством традиционных (лапаротомного, люмботомического, торакофренолюмботомического через X-ое межреберье) доступа. Возраст пациентов колебался от 26 до 68 лет. Таким образом, были сформированы группы сравнения: I (основная) — 150 больных, которым была выполнена эндовидеоскопическая адреналэктомия, и II (контрольная) — 52 больных, оперированных посредством традиционного доступа. Группы были репрезентативны по полу и возрасту (Табл. 1). Наибольшее количество составили пациенты средней возрастной группы, в возрасте от 31–40 лет и от 41 года до 50 лет, — соответственно 48 человек (33,8%) и 39 (27,4%). Количество женщин превышало количество мужчин, в среднем, в 2,2 раза в основной группе, в 4,2 раза в группе сравнения, в целом в 2,5 раза.

Всем больным проводилось стандартное обследование, включающее ультразвуковое исследование и КТ брюшной полости, общую лабораторную диагностику, консультацию эндокринолога. Видеоскопическая адреналэктомия выполнена по следующим показаниям: гормонально неактивные новообразования — в 92 случаях (59,7%), гормонально активные новообразования надпочечников составили 62 случая (40,3%). (Диаграмма 1). Гормонально активные новообразования надпочечников в основной группе пациентов были представлены в 21 случае (13,64%) альдостеромой, в 11 (7,14%) — гиперплазией, в 21 (13,64%) — феохромоцитомой и в 9 случаях (5,84%) — кортикостеромой. Из гормонально неактивных новообразований надпочечников в 56 случаях (36,36%) обнаружена аденома, в 7 (4,54%) — кисты и псевдокисты. Из случайно выявленных (инциденталомы) образований в количестве 29 (18,8%), обнаружены: аденома- 17 (11,03%), киста- 5 (3,24%) и злокачественные новообразования (рак) в 7 (4,54%) случаях, злокачественный характер последних до операции выявлен не был, все эти случаи протекали без видимой клинической симптоматики.

По данным ретроспективного анализа в контрольной группе адреналэктомия выполнена в 52 случаях по следующим показаниям и представлена в диаграмме 2. Гормонально неактивные новообразования — 11 случаев (21,2%), гормонально активные новообразования надпочечников — 41 (78,8%). Из гормонально активных опухолей в количестве 29 (55,8%), верифицирована феохромоцитома, из которых в 2-х случаях гистологически подтвердилась аденокарцинома (3,8%), 4 (7,7%) аденомы (с клиникой Синдрома Иценко -Ку-

шинга), альдостерома- 8 (15,4%). Из гормонально неактивных новообразований надпочечников в 7 случаях (13,5%) обнаружена аденома, в 2 (3,8%) — кисты и гиперплазия 2 (3,8%).

Клиническая картина гормонально активных новообразований в обеих группах характеризовалась симптоматикой синдрома Кушинга, синдрома Конна или феохромоцитомы — артериальная гипертензия которая характеризуется резким повышением до высоких цифр, не определяемых аппаратом для измерения давления и самостоятельно снижается до нормальных цифр; вирилизация, гипотрофия мышц верхних и нижних конечностей, нарушение толерантности к глюкозе, нарушения менструального цикла, остеопороз, слабость, полиурия и полидипсия.

В нашем исследовании показаниями к видеоскопической адреналэктомии явились первичные новообразования надпочечников. Видеоскопическая адреналэктомия была выполнена следующими доступами: лапароскопический боковой, ретроперитонеоскопический боковой и задний (поясничный). В первом случае выполнено 89 (57,8%) операций, забрюшинный боковой доступ использовался в 46 (29,9%) случаях, задний поясничный — в 19 (12,3%) случаях. (Диаграмма 3). При правосторонней локализации новообразования было выполнено 89 адреналэктомий (57,8%) и 65 (42,2%) — при левосторонней. (Диаграмма 4).

Размеры удаленных новообразований надпочечника в контрольной группе составили в среднем 5,35 см (от 1,5 до 15,0 см), в основной — 5,09 см (от 2 до 12 см). (График 1). Средний размер опухоли в целом составил 5,163 см. (График 2).

Немаловажный показатель, как интраоперационная кровопотеря, в контрольной группе оказался больше, чем в основной — 144,74 мл и 212,5 мл соответственно (График 3).

Средняя продолжительность оперативного лечения в основной группе пациентов составила 66,54 минуты, в контрольной группе — 123,84 минуты.

Среднее время операции в обеих группах в целом составила 81,01 минуты (График 4). Средняя продолжительность послеоперационного болевого синдрома, требующая обезболивающих препаратов в основной группе составила в среднем 2,5 дня, что оказалось меньше более чем в 2 раза, чем в контрольной- 5,8 дня. (График 5). Среднее значение для обеих групп — 3,36.

В среднем, больные, оперированные традиционным доступом, проводили на больничной койке 21,25 день,

График 1

размеры новообразований: $F(3;202) = 6,065$; $p = 0,0006$;
 Кр-У $H(3;206) = 14,8439$; $p = 0,0020$

Диаграмма размаха для размеры новообразований групп. по вид оперативного доступа

Таблица размер $2 \times 206c$

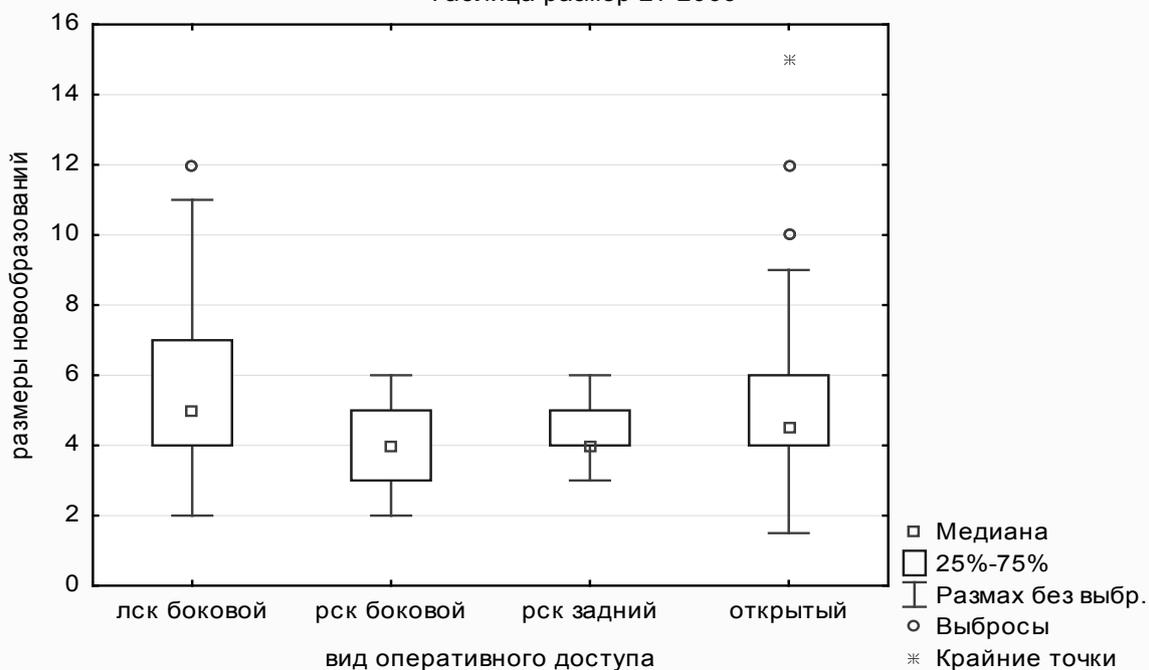


График 2

Диаграмма размаха для размеры новообразований

Таблица размер сравнение 2-х групп $2 \times 206c$

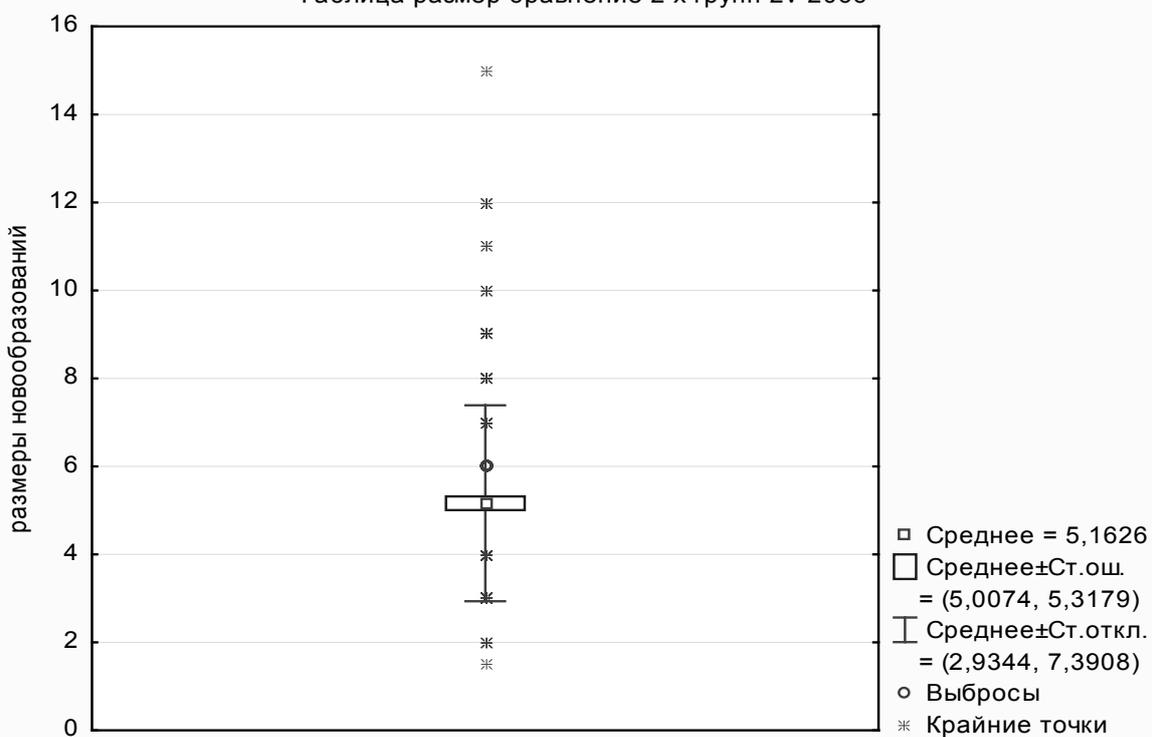


График 3

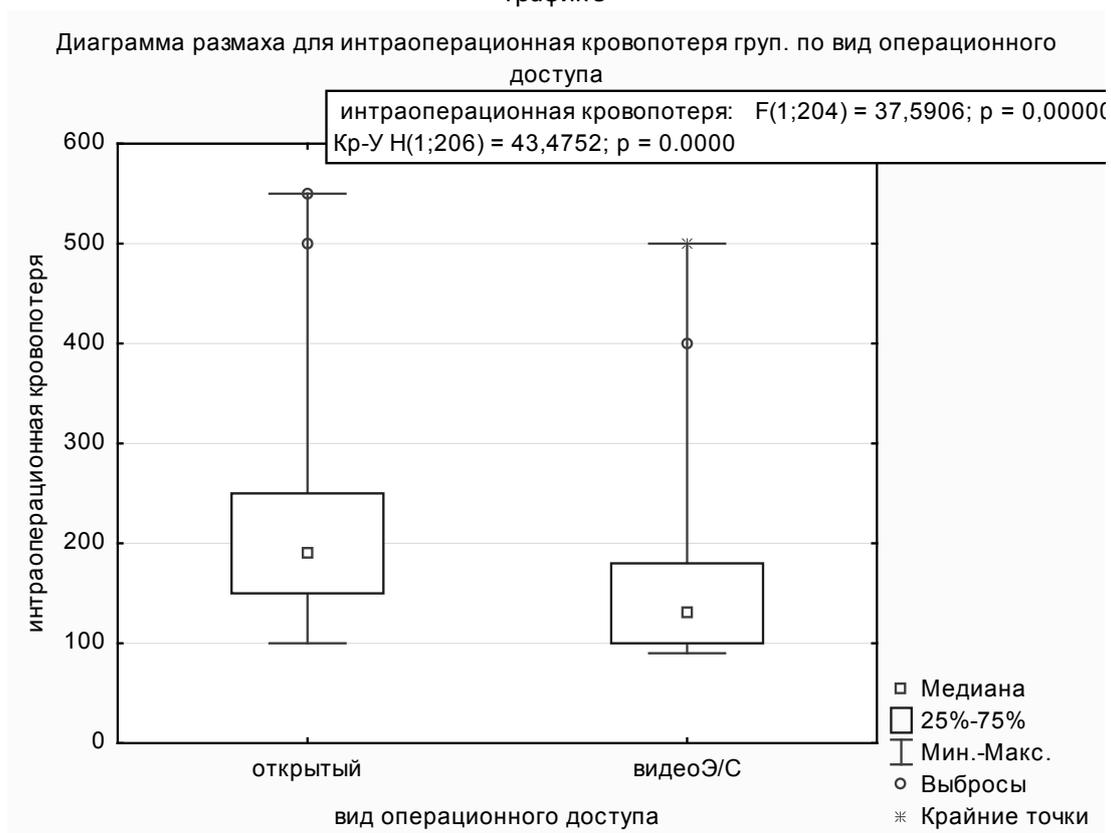


График 4

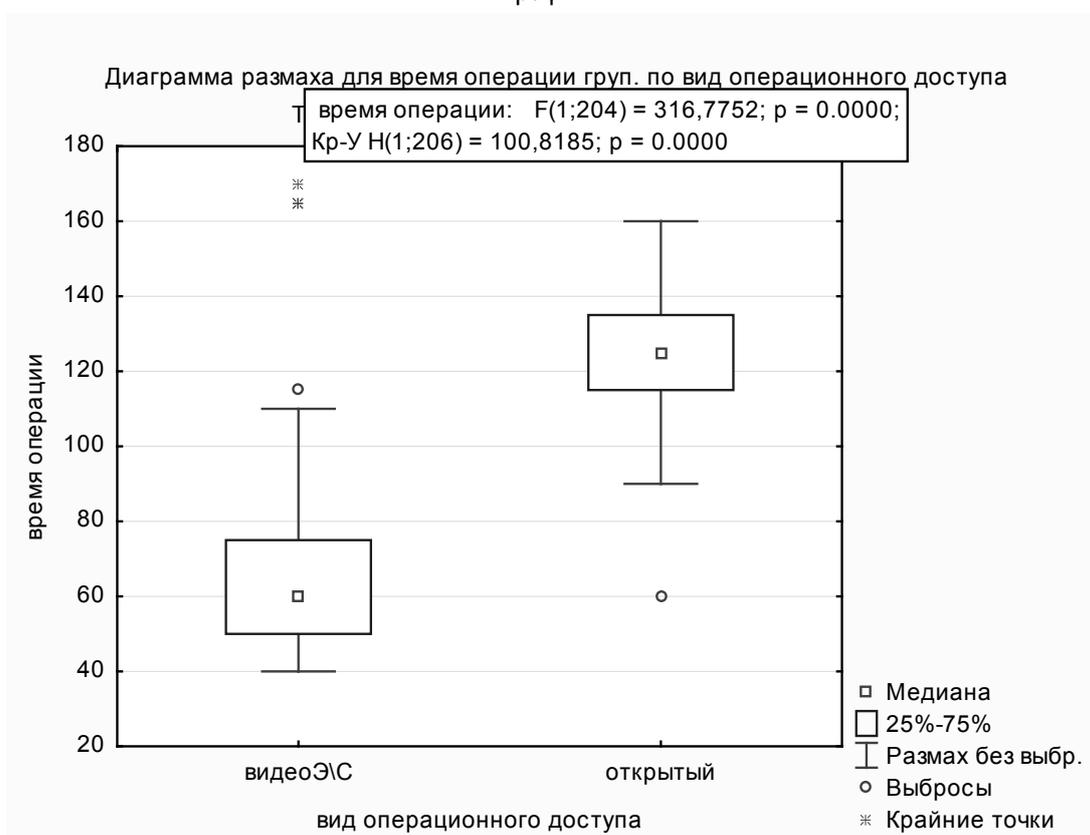
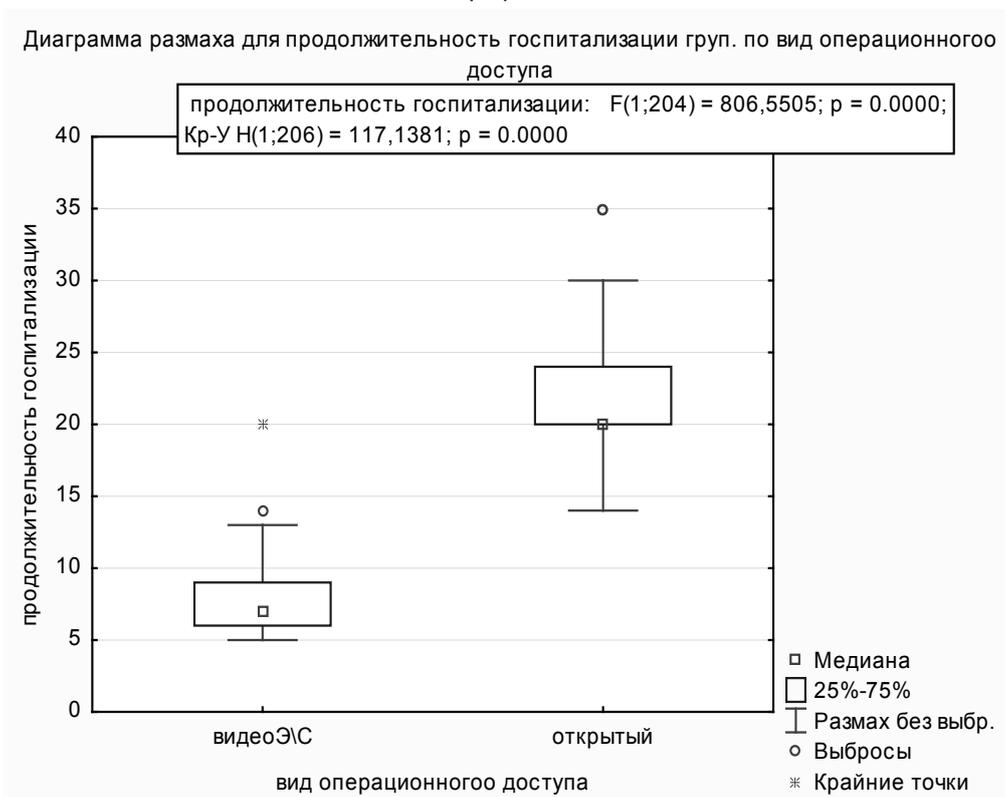


График 5



График 6



ввиду «открытой» послеоперационной раны, более длительных послеоперационных болей, и осложнений. Среди пациентов, оперированных в основной группе, продолжительность госпитализации составила 7,4 дня (График 6). В последней группе, среди пациентов оперированных различными видеоэндоскопическими доступами, значимых различий в количестве проведенных дней в стационаре не выявлено.

У 6-ти пациентов, ранее оперированных в связи с патологией органов брюшной полости, ввиду возможного наличия спаечного процесса, адrenaлэктомия выполнена из забрюшинного заднего- (2) и бокового доступа (4). Так же были выполнены и симультанные операции: лапароскопическим доступом — (1) правосторонняя адrenaлэктомия с одновременной фенистрацией кисты селезенки, холецистэктомией (2). Адrenaлэктомия при кистах размерами 6 и 12 см с холецистэктомией у двух пациентов справа и слева соответственно. Левосторонняя адrenaлэктомия в сочетании с холецистэктомией в 2-х случаях. В одном случае, адrenaлэктомия слева выполнена задним доступом с иссечением кисты левой почки. Значимых различий в качестве жизни пациентов, после видеоэндоскопической адrenaлэктомии и в сочетании с сочетанными операциями, определено не было.

Мы столкнулись с некоторыми интраоперационными и осложнениями в раннем послеоперационном периоде при видеоэндоскопических операциях: повреждения печени лепестковым ретрактором в 3-х случаях, активного кровотечения из опухоли надпочечника при его мобилизации в 2 — х, активного интраоперационного кровотечения из ложа надпочечника после адrenaлэктомии в 2-х, интраоперационной гипертензии (феохромцитомы) в 4-х случаях, реактивный плеврит слева и реактивный панкреатит по одному случаю. На этапе освоения отмечен один случай конверсии из-за невозможности обнаружения органа лапароскопическим доступом и случай активного интраоперационного кровотечения из ложа опухоли надпочечника, после непосредственной адrenaлэктомии задним ретроперитонеоскопическим доступом слева, потребовавший конверсии — (люмботомия), гемостаза с прошиванием сосудов ложа опухоли, интраоперационной гемотрансфузии. Выше упомянутый случай повлек за собой послеоперационные осложнения: из ранних — это реактивный плеврит и пневмоторакс слева, острый реактивный панкреатит с тяжелым течением, панкреатический свищ и послеоперационная вентральная грыжа средних размеров. При забрюшинном доступе имело место 3 случая повреждение брюшины, которое в одном случае было герметизировано.

Все данные, полученные в результате исследования, были обработаны с использованием программы «Statistica 10.0». При нормальном распределении дан-

ных применялись параметрические методы статистики для оценки достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента. При ненормальном распределении использовалась непараметрическая описательная статистика, данные которого представлены в виде медианы (Me) и верхнего (Q25) и нижнего (Q75) квартилей. Достоверность различий между группами определяли с использованием критериев Манна-Уитни, Краскела-Уоллиса, Фишера. Различия между показателями считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Подводя итог нашего исследования в сравнительной оценке видеоэндоскопических и открытых доступов при адrenaлэктомии, можно с уверенностью сказать о преимуществах приведенных выше малоинвазивных вмешательств.

Сравнивая размеры удаленных новообразований надпочечников в основной и контрольной группе, можно говорить об условной разнице в величине удаленных новообразований, средний размер которых оказался в основной — 5,09 и 5,35 см в контрольной. Интраоперационная кровопотеря в контрольной группе оказалась в 1,4 больше, чем в основной. Средняя продолжительность адrenaлэктомии в основной группе пациентов оказалась в 1,8 раза быстрее и составила 66,54 минуты, в контрольной группе — 123,84 минуты. Средняя продолжительность послеоперационного болевого синдрома, требующая обезболивающих препаратов, в основной группе составила в среднем 2,5 дня, что оказалось меньше, более чем в 2 раза, по сравнению с контрольной — 5,8 дня.

В среднем, пациенты после адrenaлэктомии традиционным доступом, находились в стационаре 21,25 день, ввиду «открытой» раны, более длительных болей, и осложнений. Среди пациентов, оперированных в основной группе, продолжительность госпитализации составила чуть больше одной недели — 7,4 дня.

В продолжение о некоторых преимуществах видеоэндоскопических доступов, надо сказать о возможности симультанных операций, как лапароскопическим, так и ретроперитонеоскопическим видами доступов, и применение, забрюшинного доступа бокового или поясничного при спаечной болезни брюшины, как альтернативного.

Выводы. Видеоэндоскопическая адrenaлэктомия к настоящему времени, является методом выбора при хирургическом лечении новообразований надпочечников, позволяет безопасно и малотравматично удалить пораженный орган. Отмечено значительное снижение показателей интраоперационной кровопотери, болевого синдрома, времени пребывания в стациона-

наре, меньшее количество интра- и пост-операционных осложнений. Лапароскопическая адреналэктомия на сегодняшний день, является «золотым стандартом» в лечении хирургических заболеваний надпочечников, соблюдая все принципы традиционной хирургии. В большинстве случаев, оптимальным является лапароскопический доступ, который имеет ряд неоспоримых преимуществ перед ретроперитонеальными доступами по крайней мере в случаях с новообразованиями больших размеров с учетом рисков интра- и послеопе-

рационных осложнений, а полученные результаты операции сопоставимы с результатами таких при опухолях небольших размеров [1]. Манипулируя в забрюшинном пространстве можно избежать негативного влияния углекислого газа на органы брюшной полости. Так же некоторые авторы отмечают у своих пациентов меньший болевой синдром в послеоперационном периоде и более раннюю активизацию по сравнению с теми пациентами, которым была выполнена адреналэктомия лапароскопическим доступом [8, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ayman Agha, Igors Iesalnieks, Matthias Hornung, Wiggermann Phillip, Andreas Schreyer, Michael Jung, Hans J Schlitt. Laparoscopic trans- and retroperitoneal adrenal surgery for large tumors. // *Journal of Minimal Access Surgery* 2014; 2: 57–61
2. Борисов А. Е., Романчишен А. Ф., Краснов Л. М. и др. Эндовидеоскопическая адреналэктомия: опыт 15 операций. // *Материалы I Всероссийской конференции по эндоскопической хирургии. Эндоскопическая хирургия. 1997.-№ 1-С.50.*
3. Борисов А. Е., Романчишен А. Ф., Земляной В. П., Краснов Л.М, Кашенко В. А., Семенов В.А, Пилькевич О. Я. — Является ли эндовидеоскопическая адреналэктомия «золотым стандартом» в хирургии надпочечников? // *Материалы I Всероссийского съезда по эндоскопической хирургии. Эндоскопическая хирургия. 1998.-№ 1 — с. 7.*
4. Brunt L. M., Soper N. J. Laparoscopic Adrenalectomy. — *Principles of Laparoscopic Surgery. Basic and Advanced Techniques.* — Springer-Verlag. — 1995. p. 366–377.
5. Carter Y. M., Mazeh H., Sippel R. S., Chen F., Chen H. Laparoscopic resection is safe and feasible for large (6 cm) pheochromocytomas without suspicion of malignancy. *Endocr. Pract.* 2012; 18: P.720–726.
6. Дедов И. И., Луцевич О. Э., Кузнецов Н. С. и др. Лапароскопическая адреналэктомия — первые впечатления. // *Материалы I Всероссийской конференции по эндоскопической хирургии. Эндоскопическая хирургия. 1997- № 1-е. 58.*
7. Емельянов С. И., Люсов С. В., Матвеев Н. Л., Антонов А. В., Феденко В. В. Лапароскопическая адреналэктомия. // *Эндоскопическая хирургия.* — 1996. — №4. — 19 с.
8. Зимагулов Р. Т., Славин Л. Е., Батаев Т. А. Лапароскопическая адреналэктомия // *Практическая медицина*, 2010. № 47. С. 38–44.
9. Fernandez-Cruz L., Saenz A., Taura P., Benarroch G., Astudillo E., Sabater L. Retroperitoneal approach in laparoscopic adrenalectomy? Is it advantageous? *Surg. Endosc.* 1999; 13: P.86–90.
10. Fernandez-Cruz L., Sabater L., Benarroch G. et al. Laparoscopic approach to pheochromocytoma: hemodynamic changes and catecholamine secretion. // *World J. Surg.* — 1996. — № 20: 7. -p. 762–768.
11. Heintz A., Walgenbach S., Junginger T. Results of endoscopic retroperitoneal adrenalectomy. // *Surg. Endosc.* -1996-v.10-6-p.633–635.
12. Котельникова Л. П., Федачук А. Н., Баженова О. В. Преимущества и осложнения лапароскопических адреналэктомий. // *Известия Самарского научного центра РАН.* 2014. Т. 16, № 5(4). С. 1403–1405.
13. Kalady M. F., McKinlay R., Olson J. A., Pinheiro J., Lago S., Park A., Eubanks W. S. Laparoscopic adrenalectomy for pheochromocytoma. A comparison to aldosteronoma and incidentaloma. *Surg. Endosc.* 2004; 18: P.621–625.
14. Romano G, Cocchiara G, Calderone F, Buscemi G, Gioe FP, Alongi G, Buscemi G, Romano M. [Laparoscopic treatment of adrenal myelolipoma: case report and review of the literature][Article in Italian]. // *G. Chir.* — 2006. - № 27(5). -p.228–31.
15. Луцевич О. Э., Кондратенко Г. Г. Роль малоинвазивных хирургических вмешательств при лечении доброкачественных новообразований надпочечников. // *Материалы VIII съезда по эндоскопической хирургии. — Эндоскопическая хирургия. — 2005. — № 1. — с. 76–77.*
16. Zografos G. N., Markou A., Ageli (XKopanakis N., Koutmos S., Kaltsas G., Piaditis G., Papastratis G. Laparoscopic surgery for adrenal tumors. A retrospective analysis. // *Hormones (Athens).* — 2006. — № 5(1). — p.52–56.

© Тимербулатов Махмуд Вилевич (depf-surgery@yandex.ru), Гимаев Эдуард Фоатович (gimed@yandex.ru),

Субхангулов Зинур Мавлютянович, Гришина Елена Евгеньевна, Гарифуллин Булат Мидхатович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПУЗЫРНО-МОЧЕТОЧНИКОВЫЙ РЕФЛЮКС У ДЕТЕЙ: КЛИНИКА, ДИАГНОСТИКА И ПОДХОДЫ К ТЕРАПИИ

VESICoureTERAL REFLUX: PRESENTATION, DIAGNOSTICS AND TREATMENT

**M. Umalatoва
G. Leftov
B. Mahachev**

Summary. Vesicoureteral reflux (VUR) is a pediatric problem affecting 1% to 3% of population. The goal of VUR treatment is to prevent the occurrence of febrile urinary tract infections (UTI) and formation of renal scars. The treatment approach should be adapted individually and weighted against the risk which is influenced by the presentation age, sex, history of pyelonephritis and renal damage, grade of reflux, bladder bowel dysfunction, and circumcision status.

Keywords: Vesicoureteral reflux, treatment, urinary tract infection, risk factors.

Пузырно-мочеточниковый рефлюкс (ПМР) представляет собой заброс мочи в мочеточник или почки в процессе наполнения и/или опорожнения мочевого пузыря и в настоящее время остается одной из наиболее распространенных урологических проблем у детей, распространенность которой варьирует по разным данным от 0,5% до 3% [1], причем у девочек встречается в 4 раза чаще, чем у мальчиков.

Очень часто наличие ПМР приводит к развитию инфекций мочевыводящих путей (ИМВП), рефлекс-нефропатий, пиелонефрита, хронической почечной недостаточности, уросепсису и других заболеваний. В когортах детей с такими заболеваниями распространенность ПМР значительно выше [2, 3]. Так, например, у детей с ИМВП распространенность ПМР составляет 30–40% [4].

ПМР может подвергаться спонтанному регрессу в результате улучшения функции мочеточниково-пузырного соединения на фоне роста организма и удлинения интравезикальной части мочеточника и улучшения антирефлюксного механизма, а также за счет стабилизации

Умалатова Мадина Исмаиловна
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации
umalat2006@yandex.ru

Лефитов Гаджи Муталибович
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский
университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации
ped-neonat@yandex.ru

Махачев Башир Магомедович
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации
Bashir-56@mail.ru

Аннотация. Пузырно-мочеточниковый рефлюкс (ПМР) — распространенная проблема в педиатрии, охватывающая 1–3% популяции. Основная цель лечения ПМР заключается в профилактике фебрильных инфекций мочевыводящих путей (ИМВП) и повреждения ткани почек. Подход к лечению должен быть индивидуальным в зависимости от степени риска, на который влияют возраст проявления заболевания, пол, наличие пиелонефрита и повреждения почек в анамнезе, нарушение функции мочевого пузыря и выполнение обрезания крайней плоти.

Ключевые слова: пузырно-мочеточниковый рефлюкс, лечение, инфекция мочевыводящих путей, факторы риска.

работы мочевого пузыря [5]. Частота спонтанного выздоровления зависит не только от степени выраженности рефлюкса, но также и от симптомов, возраста и пола пациента, стороны поражения и наличия дисфункции нижних отделов мочевыводящих путей [6].

Патофизиология ПМР до конца не изучена. В настоящее время большое внимание уделяют генетической теории, т.е. относят его к врожденным заболеваниям [7]. Помимо генетической предрасположенности предполагают, что фактором, способствующим развитию ПМР является незрелость мочевого пузыря, а также механизмов, которые контролируют его работу.

Для классификации степени тяжести ПМР самой распространенной является пятиступенчатая классификация, которая была разработана Международным комитетом по изучению ПМР:

I ст.— мочеточник контрастируется, но не расширен;

II ст.— контрастируется мочеточник, лоханка и чашечки почки без дилатации;

III ст.— незначительная дилатация мочеточника, лоханки, чашечек почки с минимальным округлением сводов;

IV ст.— умеренная извилистость мочеточника и дилатация лоханки и чашечек почки;

V ст.— значительная дилатация мочеточника, лоханки, чашечек почки; уменьшение папиллярных углублений; извитость мочеточника

Для диагностики ПМР используют микционную уретроцистографию, ультразвуковое исследование верхних мочевых путей, нефросцинтиграфию, эндоскопию, МРТ и др. в зависимости от имеющихся показаний.

Основная цель при лечении пациента с ПМР — профилактика ИМВП и связанного с ней повреждения почечной ткани [8]. В связи с тем, что спектр нарушений, вызывающих ПМР, достаточно широк, разработаны различные лечебные подходы от консервативного наблюдения до хирургического лечения рефлюкса. Накопление данных о патофизиологии ПМР и рефлюксной нефропатии привело к значительному ограничению показаний к хирургическому вмешательству. Традиционно, варианты лечения включают консервативное лечение с длительной антибиотикопрофилактикой, а также открытое хирургическое вмешательство для коррекции рефлюкса. Открытая хирургическая операция является инвазивной и травматичной процедурой. Несмотря на высокую частоту успешных результатов хирургического лечения, достигающих более 90%, техника интравезикальной имплантации подразумевает разрез брюшной стенки и активную ретракцию мочевого пузыря. Кроме того, в послеоперационном периоде требуется катетеризация мочеточника, что связано с болезненностью и длительной госпитализацией [9].

Для определенной категории пациентов возможна наблюдательная тактика, при условии высокого уровня комплаенса родителей и возможности быстрого обращения за медицинской помощью при появлении обострения ИМВП, сопровождающейся повышением температуры тела. Исследования демонстрируют значительное снижение повреждения почек при раннем назначении антибиотикотерапии при возникновении пиелонефрита [10].

Постоянная антибиотикопрофилактика (ПАБП) — традиционный метод лечения ПМР на начальных этапах [11]. В пользу применения ПАБП говорят данные о высокой частоте спонтанного разрешения ПМР в течение первых 4–5 лет жизни (80% при ПМР III ст., 30–50% при ПМР III–IV степени). Вероятность разрешения состояния на фоне роста и анатомического развития наиболее

высока именно в этот период [6]. При отсутствии ИМВП и аномалий нижних отделов МВП повреждение почек при ПМР маловероятно. Кроме того, не существует данных, указывающих на повышение артериального давления, развитие почечной недостаточности или возникновение проблем во время беременности при небольшой выраженности склероза ткани почек [12].

Решение о тактике лечения следует принимать на основании оценки факторов риска ИМВП, таких как малый возраст, ПМР высокой степени, наличие патологии нижних отделов мочевыводящих путей, пола, выполнение обрезания у мальчиков. У детей с ПМР высокой степени повышается риск склероза почек после ИМВП с фебрилитетом, вероятность спонтанного регресса ПМР невысока [6, 13].

В настоящее время проведено несколько исследований эффективности профилактического назначения антибиотикотерапии при рецидивирующей инфекции МВП у детей, однако полученные результаты противоречивы [14–17]. Ранние исследования ПАБП демонстрировали снижение риска ИМВП с фебрильными проявлениями. В то же время результаты современных исследований ставят полученные ранее данные под сомнения и поднимают вопрос о развитии антибиотикорезистентности.

Опубликованное в 2010 году Шведское исследование рефлюкса свидетельствует в пользу антибиотикопрофилактики у пациентов с МПР. В ходе исследования проводилось сравнение профилактического назначения антибиотиков, эндоскопического лечения и наблюдательной тактики у 203 детей в возрасте 1–2 года с ПМР III или IV степени. Частота возникновения новых случаев ИМВП с лихорадкой в группе антибиотикопрофилактики была значительно ниже, чем у пациентов, не получавших антибиотикопрофилактики. Профилактическое назначение антибиотиков также позволяло снизить вероятность склероза почек у девочек в течение 2 лет наблюдения. Новые повреждения почек регистрировались у 18% девочек при наблюдательной тактике, у 12% при эндоскопическом лечении и у 6% при антибиотикопрофилактике ($p=0,11$). Влияния на частоту рецидивов ИМВП или повреждение почек у мальчиков обнаружено не было [14]. Исследователи пришли к выводу, что решение о выборе метода лечения должно приниматься после оценки индивидуального риска.

В ходе исследования PREVENT детей случайным образом распределили в группу лечения триметопримом-сульфаметоксазолом и плацебо. Исследователи обнаружили снижение частоты возникновения ИМВП на 6% на фоне проведения антибиотикопрофилактики (13% по сравнению с 19% в группе плацебо), было сделано заключение об ограниченном эффекте антибиотикопрофилактики [15].

Результаты исследования RIVUR свидетельствуют в пользу применения антибиотикопрофилактики по сравнению с наблюдением. В ходе этого многоцентрового исследования у 607 детей в возрасте от 7 до 21 месяца с ПМР I–IV степени проводилось сравнение антибиотикопрофилактики триметопримом-сульфаметоксазолом или плацебо. Через 2 года наблюдения риск рецидива ИМПВ в группе антибиотикопрофилактики снизился на 50%. Лечение снижало риск на 79% у детей с дисфункцией мочевого пузыря и на 39% у детей с фебрильной ИМВП. Отмечалось увеличение резистентности к антибиотикам в группе лечения по сравнению с плацебо (63% по сравнению с 9%, $p < 0,001$). Кроме того, при проведении скинтиграфии почек исходно и через 1 и 2 года наблюдения не было обнаружено статистически значимых различий по степени склероза почек между группами (4% по сравнению с 4%) [16, 17].

Результаты современных мета-анализов эффективности антибиотикопрофилактики у детей с ПМР демонстрируют снижение риска рецидива ИМПВ у детей, получающих антибиотикопрофилактику при отсутствии различий по степени выраженности склероза почек, что ранее было продемонстрировано в анализе, проведенном H-HS Wang с соавт. При возникновении ИМВП на фоне антибиотикопрофилактики отмечалось повышение риска инфицирования антибиотик-резистентными микроорганизмами [18].

В настоящее время предпочтительными препаратами для антибиотикопрофилактики считают нитрофурантоины, триметоприм/сульфаметоксазол и цефалоспорины, однако терапию следует назначать с учетом местных особенностей резистентности флоры.

Таким образом, на основании имеющихся данных в первые годы жизни рекомендуется проводить антибиотикопрофилактику, особенно у детей с высокой степенью ПМР (степень III–IV), которые не ходят самостоятельно в туалет, а также при наличии дисфункции нижних отделов МВП/дисфункции мочевого пузыря [19, 20].

Оптимальная продолжительность антибиотикопрофилактики при отсутствии симптомов является предметом споров. Предлагается ежегодно проводить контрольную цистоуретерограмму. При отсутствии ПМР через год лечения профилактический прием антибиотиков можно отменять. При возникновении инфекций на фоне антибиотикопрофилактики следует предпринять попытку хирургического лечения.

У мальчиков риск ИМВП значительно снижается после 1 года жизни, что позволяет обсуждать отмену антибиотикопрофилактики, особенно у пациентов

с обрезанием и низким уровнем рефлюкса и нормальным состоянием паренхимы почек при скинтиграфии. У девочек риск остается достаточно высоким, поэтому прекращение антибиотикопрофилактики можно рассматривать при сохранении низкого уровня рефлюкса и нормальной паренхиме почек. В случае повреждения паренхимы или сохранении высокого уровня рефлюкса следует рассматривать возможность хирургического лечения.

Целью любого вида лечения ПМР является профилактика повреждения паренхимы почек или его прогрессирования. В настоящее время в качестве хирургических методов доступны открытые операции, лапароскопические/робот-ассистированные операции. Принятие решения о хирургическом лечении основывается на оценке степени ПМР, пола, возраста и степени имеющегося повреждения паренхимы почек.

Эндоскопическое введение объемообразующего препарата может являться альтернативой постоянной антибиотикопрофилактики и открытой хирургической операции. В последние два десятилетия успешно применяют микросферы декстраномера-гиалуроновой кислоты (Deflux, Dexell). Также применяют полиакрилатный полиспиртовой кополимер (Vantris). Процедура заключается во введении объемообразующего препарата в интрамуральную часть мочеточника под слизистую оболочку с помощью цистоскопа. Со временем препарат подвергается разрушению и замещению коллагеновым матриксом. Такое контролируемое ятрогенное склерозирование обеспечивает терапевтический эффект [21].

Систематический обзор 63 исследований, включавших в общей сложности 5527 пациентов, опубликованный J.S. Elder с соавт. в 2006 году, продемонстрировал устранение рефлюкса в 78,5% мочеточников при ПМР I и II степени, в 72% мочеточников при III степени рефлюкса, в 63% мочеточников при IV степени рефлюкса и в 51% мочеточников при рефлюксе V степени после однократной инъекции [22].

В более современном систематическом обзоре эффективности трансуретральных инъекций объемообразующих препаратов общая частота устранения рефлюкса составила 71,4–82,5% в зависимости от процедуры [23].

Роль эндоскопического лечения в качестве терапии первого ряда вместо профилактического назначения антибиотикотерапии остается противоречивой. Простой и минимально инвазивный подход, обеспечивающий достаточно высокий процент успешного лечения является хорошей альтернативой профилактическому назна-

чению антибиотиков и хирургической реимплантации в отдельных группах пациентов с ПМР.

Внедрение минимальноинвазивных процедур привело к значительному изменению стратегии лечения ПМР. В настоящее время описаны эндоскопические техники, включая введение объемообразующих веществ, а также лапароскопические техники реимплантации мочеточника. Лапароскопический подход позволяет снизить вы-

раженность болевого синдрома в послеоперационном периоде, улучшает косметический результат и снижает продолжительность пребывания в стационаре [9].

Таким образом, в настоящее время достигнуты большие исследования в лечении ПМР, однако требуется проведение дальнейших исследований для разработки алгоритмов диагностических и лечебных мероприятий у данной категории детей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батаева Е. П., Левченко Н. В., Зеленева А. Ю., Калинина Л. Р. Пузырно-мочеточниковый рефлюкс у детей. Забайкальский медицинский журнал. — 2015. — № 3. — С. 38–41.
2. Захарова И. Н., Османов И. М., Мумладзе Э. Б. и др. Инфекция мочевых путей у детей: что нужно знать педиатру и нефрологу. Медицинский совет. — 2015. — № 14. — С. 114–118.
3. Комарова А. А., Китаева Ю. Ю., Антонова И. В. и др. Аномалии органов мочевой системы у детей как предиктор развития хронического пиелонефрита. Медицина и образование в Сибири. 2015. № 5. С. 36.
4. Lebowitz RL. The detection and characterization of vesicoureteral reflux in the child. J Urol 1992;148(5 Pt 2):1640–2.
5. Fanos V, Cataldi L. Antibiotics or surgery for vesicoureteric reflux in children. Lancet 2004;364:1720–1722.
6. Estrada Jr CR, Passerotti CC, Graham DA, et al. Nomograms for predicting annual resolution rate of primary vesicoureteral reflux: results from 2,462 children. J Urol 2009;182:1535–41.
7. Зайкова Н. М., Дан-Думитру Д., Сакарэ В. и др. Роль полиморфизма гена ангиотензинпревращающего фермента у детей с пузырно-мочеточниковым рефлюксом в прогрессировании рефлюкс-нефропатии. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2015. Т. 60. № 4. С. 203–204.
8. Добросельский М. В., Чепурной Г. И., Коган М. И., Сизонов В. В. Современные подходы к лечению пузырно-мочеточникового рефлюкса у детей (обзор литературы). Медицинский вестник Юга России. 2014. № 1. С. 23–27.
9. Yeung CK, Chowdhary SK, Sreedhar B. Minimally Invasive Management for Vesicoureteral Reflux in Infants and Young Children. Clin Perinatol. 2017;44(4):835–849.
10. Shaikh N, Mattoo TK, Keren R, et al. Early antibiotic treatment for pediatric febrile urinary tract infection and renal scarring. JAMA Pediatr 2016;170:848–54.
11. Захарова И. Н., Османов И. М., Мачнева Е. Б. и др. Лечение и профилактика инфекций мочевых путей у детей: обзор ведущих рекомендаций европейских экспертов. Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum. 2017. № 1. С. 10–16.
12. Oberson C, Boubaker A, Ramseyer P, Meyrat BJ, Frey P. Endoscopic and surgical treatment of vesico-ureteral reflux in children. Comparative long-term follow-up. Swiss Med Wkly 2007;137: 471–5.
13. Swerkersson S, Jodal U, Sixt R, Stokland E, Hansson S. Relationship among vesicoureteral reflux, urinary tract infection and renal damage in children. J Urol 2007;178:647–51, discussion 50–1.
14. Brandstrom P, Esbjorner E, Herthelius M, Swerkersson S, Jodal U, Hansson S. The Swedish reflux trial in children: III. Urinary tract infection pattern. J Urol 2010;184:286–91.
15. Craig JC, Simpson JM, Williams GJ, et al. Antibiotic prophylaxis and recurrent urinary tract infection in children. N Engl J Med 2009;361: 1748–59.
16. Hoberman A, Greenfield SP, Mattoo TK, et al. Antimicrobial prophylaxis for children with vesicoureteral reflux. N Engl J Med 2014;370: 2367–76.
17. Mattoo TK, Chesney RW, Greenfield SP, et al. Renal scarring in the randomized intervention for children with vesicoureteral reflux (RIVUR) trial. Clin J Am Soc Nephrol 2016;11:54–61.
18. Wang H-HS, Gbadegesin RA, Foreman JW, et al. Efficacy of antibiotic prophylaxis in children with vesicoureteral reflux: systematic review and meta-analysis. J Urol 2015;193:963–9.
19. Peters CA, Skoog SJ, Arant BS, et al. Summary of the AUA guideline on management of primary vesicoureteral reflux in children. J Urol 2010;184:1134–44.
20. Tekgül S, Kocvara R, Nijman JM, et al. EAU guidelines on pediatric urology 2017. <http://uroweb.org/guideline/paediatric-urology/>.
21. de Bessa Jr J, de Carvalho Mrad FC, Mendes EF, et al. Antibiotic prophylaxis for prevention of febrile urinary tract infections in children with vesicoureteral reflux: a meta-analysis of randomized, controlled trials comparing dilated to nondilated vesicoureteral reflux. J Urol 2015;193(5 Suppl):1772–7.
22. Elder JS, Diaz M, Caldame AA, et al. Endoscopic therapy for vesicoureteral reflux: a meta-analysis. I. Reflux resolution and urinary tract infection. J Urol 2006;175:716–22.
23. Yap T-L, Chen Y, Nah SA, Ong CCP, Jacobsen A, Low Y. STING versus HIT technique of endoscopic treatment for vesicoureteral reflux: a systematic review and meta-analysis. J Pediatr Surg 2016;51: 2015–2.

© Умалатова Мадина Исмаиловна (umalat2006@yandex.ru),

Лефитов Гаджи Муталибович (ped-neonat@yandex.ru), Махачев Башир Магомедович (Bashir-56@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abd Al-Qadar Ahmed Yassin — Mustafa Kemal University, Hatay, Turkey, Hatay
dahmedaboyassin@gmail.com

Abdiev A. — K.m.s., assistant of the KSMA named I.K. Akhunbayeva

Afanasyev G. — Bauman Moscow State Technical University
gaipcs@bmstu.ru

Andreeva Ekaterina — Postgraduate student, Stavropol State Medical University
ek-andr@yandex.ru

Andreeva Elena — Candidate of medical Sciences, associate professor, Stavropol State Medical University
eandreeva-doctor@yandex.ru

Avdeev A. — Ph.D., assistant of the Perm State Medical University
svenav@mail.ru

Avdeeva N. — Student of the Moscow Aviation Institute (National Research University)
natalimayhem@gmail.com

Aytbaev S. — K.m.s. assistant of the KSMA named I.K. Akhunbayeva
siezbekaitbaev@gmail.com

Baiseitov G. — Federal state military educational institution of higher education «Military Academy of communication. Marshal of the Soviet Union S. M. Budyonny» (Saint Petersburg)
bayyseitov.ganinurgalievich@rambler.ru

Balobanova A. — Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russian Federation

Bozieva D. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

Chickrin D. — Ph. D., assistant professor, Kazan Federal University

Cubahiro A. — Saint Petersburg Electrotechnical University «LET»
amcubahiro@gmail.com

Derjavin D. — Engineer, Kazan Federal University

Dryabzhinskiy O. — Russian State Social University (Moscow)
electric11234@gmail.com

Dudarev V. — Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russian Federation

Dzhaubermesov M. — Bashkir State University
muratkbr12@gmail.com

Egorchev A. — Junior researcher, Kazan Federal University
public.mail@kpfu.ru

Ekomasova N. — Bashkir State University
trofimova_nata_@mail.ru

Fomin A. — Doctor of technical sciences, scientific employee of the Military Academy. Peter the Great
sad116@mail.ru

Gabidullina L. — Bashkir State University
liliya.gab@gmail.com

Gadan O. — Federal state military educational institution of higher education «Military Academy of communication. Marshal of the Soviet Union S. M. Budyonny» (Saint Petersburg)
gadan_op@mail.ru

Ganbari Z. — Post-graduate student of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Garifullin B. — PhDs in Medicine, State-funded health institution of the Republic of Bashkortostan City Clinical Hospital No. 21 Ufa

Gendugova O. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
oksistom@mail.ru

Gimayev E. — Graduate student, Bashkir state medical university Ufa
gimed@yandex.ru

Golodkova A. — Irkutsk National Research Technical University
Alex17-27@mail.ru

Golodkov Yu. — East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, (Irkutsk)
Yrg27@mail.ru

Grishina E. — PhDs in Medicine, Bashkir state medical university Ufa

Hamdan Mohammed Ribhi As Hell — Federal state military educational institution of higher education «Military Academy of communication. Marshal of the Soviet Union S. M. Budyonny» (Saint Petersburg)
hamdan.mohamed@yandex.ru

Hulaev I. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
ibrazub07@mail.ru

Kalistratov A. — Bauman Moscow State Technical University
akalistratov@gmail.com

Kalmatov R. — D.m.s., professor of the Osh State University
krkmkmc@gmail.com

Kamande M. — Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»
magdalynde@gmail.com

Kanietov A. — Surgeon of the Bishkek City Clinical Hospital No.1, assistant chair of the KSMA named I.K. Akhunbayeva

Khusnutdinova E. — Bashkir State University
elzakh@mail.ru

Kondratiev V. — Cand. of economic sciences, associate professor, Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
kvlvs@mail.ru

Koriagina N. — MD, Ph.D., associate professor of the Perm State Medical University, Chief Therapist of the Ministry of Health of Perm Krai
nina11-85@mail.ru

Korneyev A. — Lipetsk State Technical University (Lipetsk)
weenrok@mail.ru

Kostikov Yu. — PhD in Physics and Mathematics, Moscow Aviation Institute (National Research University)
jkostikov@mail.ru

Kovalsky S. — Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Academy of Federal Guard Service of the Russian Federation
metal_forever@inbox.ru

Krivtsov S. — Federal state military educational institution of higher education «Military Academy of communication. Marshal of the Soviet Union S. M. Budyonny» (Saint Petersburg)
staskriv@mail.ru

Lefitov G. — Rostov State Medical University
ped-neonat@yandex.ru

Litvinov S. — The Institute of Biochemistry and Genetics is a separate structural subdivision of the FBBNU of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
seregtg@gmail.com

Lyapin A. — Postgraduate student of the Penza State University
lyapinartur@gmail.com

Mahachev B. — Dagestan State Medical University (Makhachkala)
Bashir-56@mail.ru

Malyugina A. — Research fellow, Kazan Federal University

Markevich A. — Russian University of Transport (MIIT)
vlasjuk.a@mail.ru

Melekhova O. — Assistant of the Perm State Medical University, Chief Specialist for Primary Health Care of the Ministry of Health of Perm Krai
melekhova@yandex.ru

Melnikov I. — Student of the Moscow Aviation Institute (National Research University)
Melnikov1977@mail.ru

Metechko L. — Candidate of Science (Economics), Associate Professor of the Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow
lmetechko@front.ru

Mezentsev A. — Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Ural State University of Railway Transport
amezentsev@usurt.ru

Mikitchuk A. — Saratov Socio-Economic Institute of Plekhanov Russian University of Economics
andrew1709@mail.ru

Mkrtchyan V. — Bauman Moscow State Technical University
bel_val17@mail.ru

Mokryakov A. — PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University)
mokryakovav@matl.ru

Nagoeva E. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
ertana1985@mail.ru

Naumov S. — Ph.D., chief cardiologist surgery of the Ministry of Health of Perm Krai
san280208@yandex.ru

Nguyen T. — Moscow Aviation Institute (National Research University)
thanhson0410@gmail.com

Nikitenko A. — Yaroslavl State Technical University
rabota2142@mail.ru

Nikolaev D. — Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russian Federation

Novikov P. — PhD (candidate of Engineering Science), associate Professor, Moscow Aviation Institute (national research University)
novikov.mai@mail.ru

Odinaev A. — Candidate of Medical Sciences, Doctor-Transfusiologist, Republic of Tajikistan, State Institution "Republican Scientific Blood Centre" Ministry of Health and Social Protection of the Population

Omorov R. — D.m.s., Professor, Corresponding Member of NAS KR, KSMA named I.K. Akhunbayeva

Pavlov V. — PhD in Physics and Mathematics, Moscow Aviation Institute (National Research University)
vitaly_pavlov@hotmail.ru

Ponomareva L. — PhD Phys. and mathematical Sciences, associate Professor, Moscow City Pedagogical University, Moscow
ponomarevala@bk.ru

Prokhorov K. — Competitor of the Perm State Medical University, chief specialist in endovascular surgery of the Ministry of Health of Perm Krai,
kipro59@gmail.com

Pugacheva T. — Russian State Social University (Moscow)
malanichevatg@mail.ru

Puiu D. — Assistant of the Saint Petersburg State University

Qubiddinov A. — Doctor-Transfusiologist, Republic of Tajikistan, State Institution "Republican Scientific Blood Centre" Ministry of Health and Social Protection of the Population
azmidd.87@mail.ru

Riabychina O. — Senior Lecturer, Belarusian state academy of telecommunications

Ribnhikov S. — Moscow Aviation Institute (National Research University)
ribnhikov_si@mail.ru

Romashkova O. — D.Sc., Moscow City Pedagogical University, Moscow
ox-rom@yandex.ru

Rybak V. — PhD, professor's assistant, Belarusian state academy of telecommunications
6774338@tut.by

Saidov Ju. — Doctor-Transfusiologist, General Director, Republic of Tajikistan, State Institution "Republican Scientific Blood Centre", Ministry of Health and Social Protection of the Population

Samarin I. — Ph.D., Associate Professor, Russian State University of Oil and Gas (NIU) Gubkin
ivs@gubkin.ru

Saparov S. — Surgeon of the Bishkek City Clinical Hospital No.1, post-graduate student of the KSMA named I.K. Akhunbayeva

Serdobintsev A. — Student of the Moscow Aviation Institute (National Research University)
roonee@yandex.ru

Shadrin A. — The applicant of the Perm State Medical University, a neurologist
shadrin1903@gmail.com

Shatalova M. — Student of the Moscow Aviation Institute (National Research University)
dream765@mail.ru

Shipulya N. — Graduate student, Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
natalya.shipulya27@mail.ru

Sidorenko V. — Doctor of Technical Science, professor, Russian University of Transport (MIIT), National Research University Higher School of Economics
valenfalk@mail.ru

Sokolovich N. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Saint Petersburg State University
elis-1989@yandex.ru

Styazhkina S. — Doctor of medical sciences, professor of Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russian Federation

Subkhangulov Z. — PhDs in Medicine, Bashkir state medical university Ufa

Sukhanov A. — Lipetsk State Technical University (Lipetsk)
pm03sav@mail.ru

Sukhoruchko S. — Assistant, Moscow State Medical-Stomatological University A.I. Evdokimova
ssv152@yandex.ru

Tagozhonov Z. — Candidate of Medical Sciences, Anesthesiologist-resuscitation specialist, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Military hospital 451 at the Ministry of Defense of RT

Tankayan A. — Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
djmb42@gmail.com

Ternovskov V. — PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University)
vternik@mail.ru

Timerbulatov M. — MD, professor, Bashkir state medical university Ufa
depf-surgery@yandex.ru

Tunin E. — Cand. of economic sciences, associate professor, Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
tunin_ora@mail.ru

Umalatova M. — Dagestan State Medical University (Makhachkala)
umalat2006@yandex.ru

Vasilyuk I. — Applicant of the Moscow City Pedagogical University, Moscow
ipvkod@mail.ru

Yagupov S. — Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Ural State University of Railway Transport
Sya_s@mail.ru

Yevnevich E. — PhD. Fiz. - Mat. senior researcher, St. Petersburg Institute of Informatics and automation, Russian Academy of Sciences
eva@iias.spb.su

Zaruchenko A. — Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
zaruchenko.a.a@gmail.com

Zharova E. — Candidate of medical Sciences, Kazan state medical University
dr.zharova@mail.ru

Zhelobov V. — MD, Perm State Medical University
zhelobov.vg@psma.ru

Zhemukhova A. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
Dorog0817@yandex.ru

Zubkova V. — Russian State Social University (Moscow)
vmzubkova@yandex.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).