

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№4 2023 (АПРЕЛЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

Адрес редакции и издателя:
109443, Москва, Волгоградский пр-т, 116-1-10
Тел/факс: 8(495) 142 8681
E-mail: redaktor@nauteh.ru
<http://www.nauteh-journal.ru>

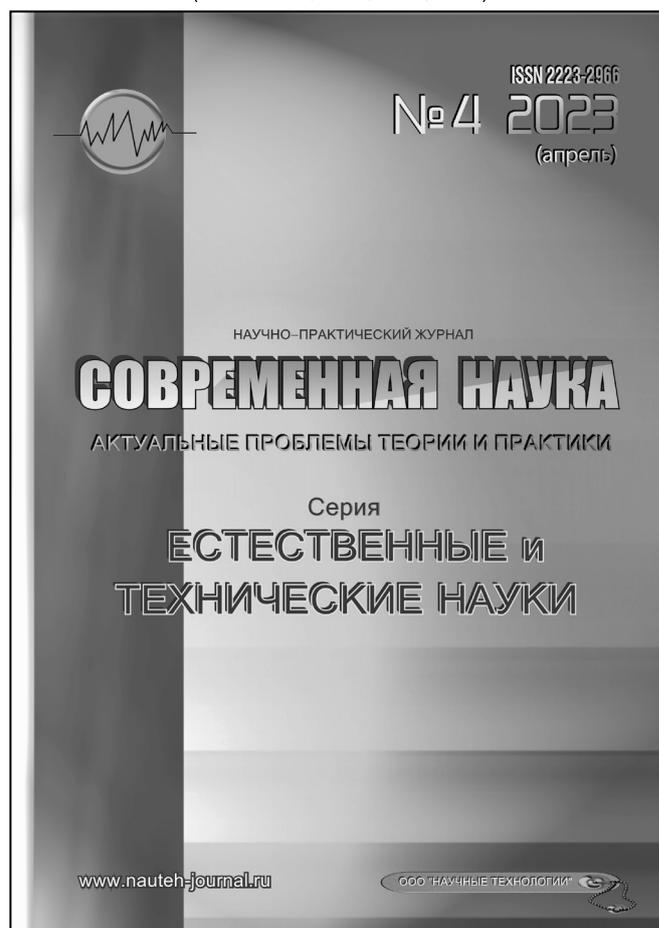
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK – 1.2.2, 1.5.x, 2.3.x, 3.1.x)



В НОМЕРЕ:

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ, ИНФОРМАТИКА,
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И УПРАВЛЕНИЕ,
КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 20.04.2023 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

Квасов Андрей Иванович — д.т.н., профессор, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Харитонов Михаил Анатольевич — д.м.н., профессор, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Иванчихина О.В. — Концепция клеточного питания как перспектива для человечества
Ivanchikhina O. — The concept of cellular nutrition as a perspective for humanity 7

Карпин В.А., Шувалова О.И. — Энергетические аспекты биологии
Karpin V., Shuvalova O. — Energy aspects of biology 10

Кокая Г.Н., Кокая А.А., Зацепин В.В., Мухина И.В., Мавренков Э.М. — Особенности течения костномозговой формы острой лучевой болезни и острого цитотоксического синдрома у мышей
Kokaya G., Kokaya A., Zatsepin V., Mukhina I., Mavrenkov E. — Features of the course of the bone marrow form of acute radiation sickness and acute cytotoxic syndrome in mice 14

Кубрина Л.В. — Оценка морфологических показателей состояния сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) как метод биоиндикации загрязнения техногенных территорий
Kubrina L. — Assessment of morphological indicators of the state of Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) as a method of bioindication of pollution of technogenic territories 23

Логадырь Т.А., Решетник Г.В., Сатаева Т.П., Сидякин А.И., Самохин Г.В., Крутиков Е.С., Андреев И.И. — Исследование микробиологического разнообразия воздуха пещеры Таврида
Logadyr T., Reshetnik G., Sataieva T., Sidyakin A., Samokhin G., Krutikov Ev., Andreev I. — The research of microbiological diversity of the air of the cave of Tavrída 28

Ломсков М.А., Коновалов А.М., Макарова Е.А. — Анализ влияния степени антропогенной трансформации среды обитания на вывод инкубации кряквы
Lomskov M., Konovalov A., Makarova E. — Analysis of the influence of the degree of anthropogenic transformation of the habitat on the hatching of mallard incubation 34

Розломий Н.Г., Берсенева С.А., Белов А.Н., Коляда А.С., Костырко А.Н. — Оценка влияния копытных-дендрофагов на состояние подроста ценных древесных пород на территории ОООиР «Фауна» Хасанского района Приморского края
Rozlomyi N., Berseneva S., Belov A., Kolyada A., Kostyrko A. — Assessment of the influence of ungulates-dendrophages on the state of undergrowth of valuable tree species on the territory of the OOiR "Fauna" of the Khasansky district of Primorsky krai 39

Информатика, вычислительная техника и управление

Алхатиб Мажди Насиб, Бобков А.В. — Итеративное уточнение оценки положения камеры на основе визуальных маркеров
Alkhatib Majdi Nasib, Bobkov A. — Iterative refinement for camera pose estimation based on visual markers 45

Грач Е.П. — Аппаратно-программные аспекты организации передачи телеметрии мобильных цифровых автономных устройств
Grach Ev. — Hardware and software aspects of the organization of telemetry transmission of mobile digital autonomous devices 51

Деримедведь К.Г. — Формирование автоматизированной системы управления информационными данными при проектировании систем электроснабжения
Derimedved K. — Formation of an automated information data management system in the design of power supply systems 58

Иванов А.А., Аникин С.Н. — Обеспечение пожарной безопасности и организация тушения пожара на станции монорельса
Ivanov A., Anikin S. — Ensuring fire safety and organization of fire extinguishing at the monorail station 63

| | |
|--|---|
| Кирыков И.М., Молодяков С.А. — Метод построения модульной медицинской информационной системы на примере разработки программы подбора лекарственного препарата <i>Kiryakov I., Molodyakov S.</i> — The method of building a modular medical information system on the example of the development of a drug selection program.....71 | Потапов И.А. — Разработка виртуального тестового стенда и исследование методов дедупликации потока данных на примере событий оператора связи <i>Potapov I.</i> — Development of a virtual test stand and research of data stream deduplication methods using the example of telecom operator events.....104 |
| Латин Ю.Э. — Автоматизация тестирования программного обеспечения средствами фреймворков <i>Latin Yu.</i> — Automation of software testing using frameworks.....78 | Родионов Н.С. — Метод оценки результативности СМК <i>Rodionov N.</i> — QMS performance assessment method.....112 |
| Лопатина Т.Д., Тихонов М.Р., Чудинова М.А. — Сравнительный анализ методов управления временем для целей автоматизации технологических процессов <i>Lopatina T., Tikhonov M., Chudinova M.</i> — Comparative analysis of time management methods for the purposes of process automation.....82 | Сальников Е.А., Демидов Л.Н. — Практические методы структурирования и визуализации данных с использованием автоматизированных информационных решений <i>Salnikov Ev., Demidov L.</i> — Practical methods of structuring and visualizing data using automated information solutions.....116 |
| Ляхманов Д.А., Капранов С.Н., Степаненко М.А. — Алгоритм детектирования пожаров на сельскохозяйственных полях <i>Lyakhmanov D., Kapranov S., Stepanenko M.</i> — Algorithm for detecting fires in agricultural fields.....86 | Стрижков В.А. — Методы снижения возможностей нарушителей информационной безопасности: взгляд на инсайдерскую угрозу <i>Strizhkov V.</i> — Methods for reducing authority in the field of information security: a look at the insider threat.....122 |
| Марунько А.С., Попов И.О. — Современная проблематика управления ИТ-активами в Российской Федерации <i>Marunko A., Popov I.</i> — Modern issues of IT asset management in Russian Federation.....91 | Терентьев Н.Л., Кильдеев Р.И., Коликова Т.В., Леонтьева Т.В. — Модификация алгоритма обработки эффекта свечения объектов на изображении <i>Terentev N., Kildeev R., Kolikova T., Leontieva T.</i> — Algorithm modification of processing the glow effect on the image.....128 |
| Марцынковский С.С., Исабекова О.А. — Анализ цифровых форм взаимодействия органов государственной власти РФ с населением <i>Martsynkovsky S., Isabekova O.</i> — Analysis of digital forms of interaction of state authorities of the Russian federation with the population.....96 | Тоичкин Н.А. — Применение методов системного анализа для проектирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений <i>Toichkin N.</i> — Application of system analysis methods for the design of intelligent decision support systems.....135 |
| Охлупина О.В., Мурашко Д.С. — О нахождении минимального остовного дерева <i>Okhlupina O., Murashko D.</i> — On finding the minimal spanning tree.....100 | Ядрышников О.Д. — Основные проблемы управления тепловыми процессами паронагревателя <i>Yadryshnikov O.</i> — Main problems of steam heater thermal process control.....141 |

- Ярыгин П.К.** — Эволюция развития децентрализованных электронных платежных систем
Yarygin P. — Evolution of the development of decentralized electronic payment systems146
- Клиническая медицина
- Аведова Д.Ю., Геращенко С.М., Осипова Ю.Л., Зюлькина Л.А., Илюнина О.О.** — Исследование джоульметрических параметров тканей пародонта в ходе репаративного остеогенеза при использовании различных композиций остеопластического материала
Avedova D., Gerashchenko S., Osipova Y., Ziulkina L., Ilunina O. — Investigation of the joule metric parameters of periodontal tissues during reparative osteogenesis using various compositions of osteoplastic material153
- Богаевская О.Ю., Косырева Т.Ф., Рыхлевич А.А., Богаевская Т.В.** — Выявление факторов риска злокачественных заболеваний полости рта на основании изучения записей медицинских карт
Bogaevskaya O., Kosyreva T., Rykhlevich A., Bogaevskaya T. — Identification of risk factors for malignant diseases in the oral cavity on analyzing medical records157
- Горелова В.Г., Османова А.А., Газиева М.М., Юнусова З.З., Аталалиева П.Г., Зейналова Г.И.** — Некоторые цитохимические показатели нейтрофилов крови при аутоиммунном тиреоидите и активность тиреопероксидазы
Gorelova V., Osmanova A., Gaziyeva M., Yunusova Z., Atalalieva P., Zeynalova G. — Some cytochemical parameters of blood neutrophils in autoimmune thyroiditis and thyroperoxidase activity.....163
- Громов А.Л., Петраш Д.А., Ткаченко Е.А., Павлов Д.Р.** — Клинический случай распространенной флегмоны шеи на фоне эпиглоттита с развитием острой дыхательной недостаточности
Gromov A., Petrash D., Tkachenko E., Pavlov D. — A clinical case of widespread neck phlegmon on the background of epiglottitis with the development of acute respiratory failure.....171
- Далгатова А.А., Мусаева С.Ф., Асалиева А.Р., Шихавова У.Р., Хасбулатова Н.Х., Джамалова М.Г.** — Сравнительная оценка эффективности назначения препарата назаваль в качестве профилактики возникновения аллергического ринита у детей
Dalgatova A., Musaeva S., Asaliev A., Shikhavova U., Khasbulatova N., Jamalova M. — Comparative evaluation of the effectiveness of prescribing the drug nasaval as a prevention of allergic rhinitis in children174
- Далгатова А.А., Улубекова А.Н., Меджидов Р.М., Магомедов М.М., Алиева С.А., Алимгомедова Ш.С.** — Основные методические вопросы при применении лечебного плазмафереза
Dalgatova A., Ulubekova A., Majidov R., Magomedov M., Alieva S., Alimagomedova Sh. — Main methodological issues with therapeutic plasmapheresis.....179
- Долаков И.Г., Гезгиева Р.К.** — Классификация ятрогенных повреждений внепеченочных желчных протоков (обзор литературы)
Dolakov I., Gezgjeva R. — Classification of iatrogenic injuries of extrahepatic bile ducts (literature review)183
- Елисейкина Е.В., Семелева Е.В., Зиновьев Е.В.** — Сравнительная оценка влияния различных средств для отбеливания на твердые ткани зуба
Yeliseykina E., Semeleva E., Zinoviev Ev. — Comparative evaluation of the effect of various bleaching agents on the hard tissues of the tooth190
- Кесян Г.А., Дарчия Л.Ю., Карпетян Г.С., Гудушаури Я.Г., Шуйский А.А., Марычев И.Н., Михайлов Т.В.** — Радиочастотная денервация в лечении болевого синдрома после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава
Kesyany G., Darchia L., Karapetyan G., Gudushauri Ya., Shuyskiy A., Marychev I., Mikhailov T. — Radiofrequency denervation in the treatment of pain syndrome after reverse shoulder arthroplasty195

| | |
|---|---|
| <i>Печенкина Н.С., Хлыбова С.В.</i> — Анализ исходов влагалищных родов у женщин с рубцом на матке <i>Pechenkina N., Khlybova S.</i> — Analysis of vaginal outcomes in women with a scar on the uterus199 | <i>Фоменко В.В., Иоселиани Д.Г., Асадов Д.А.</i> — Влияние технических аспектов и выбора зоны имплантации на непосредственные и средне-отдаленные результаты стентирования биополимерными коронарными стентами BVS Absorb у пациентов с хроническими формами ИБС <i>Fomenko V., Ioseliani D., Asadov D.</i> — Impact of technical aspects and of the choice of implantation area on immediate and mid-term results with bioresorbable vascular scaffolds Absorb in patients with chronic ischemic heart disease215 |
| <i>Тихонов К.В., Черebilло В.Ю., Драгун В.М.</i> — Патоморфологическая характеристика АКТГ- секретирующих аденом гипофиза <i>Tihonov K., Cherebillo V., Dragoon V.</i> — Application catheterization of cavernous sinuses and PET for the diagnosis of ACTH-secreting pituitary adenomas.205 | <i>Шапилов А.А., Онищенко С.В., Дарвин В.В., Тутолмин В.Р.</i> — Бариатрическая хирургия в коррекции цирроза печени <i>Shapilov A., Onischenko S., Darvin V., Tutolmin V.</i> — Bariatric surgery in correction of liver cirrhosis222 |
| <i>Тотиков З.В., Тотиков В.З., Хубецова Р.А., Казиев Т.Т., Медоев В.В., Калицова М.В., Миндзаева Е.Г.</i> — Эндоскопическое лечение неварикозных гастродуоденальных кровотечений <i>Totikov Z., Totikov V., Chubetsova R., Kaziev T., Medoev V., Kalitsova M., Mindzaeva E.</i> — Endoscopic treatment of non-variceal gastroduodenal bleedings209 | Информация Наши авторы. Our Authors227 Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале232 |

КОНЦЕПЦИЯ КЛЕТОЧНОГО ПИТАНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВА ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Иванчихина Ольга Викторовна

Автономная некоммерческая организация
высшего образования «Балтийский
политехнический институт»
6015010@gmail.com

THE CONCEPT OF CELLULAR NUTRITION AS A PERSPECTIVE FOR HUMANITY

O. Ivanchikhina

Summary. The state of the human body depends entirely on the state of its structural and functional units, which are the cells. The organism of each of us is a collection of different types of cellular formations.

Vital biochemical processes and reactions are constantly taking place in each cell, thanks to which the energy necessary for our normal life is released.

As a substrate for the subsequent synthesis of energy, nothing else acts as food, which together make up our daily diet.

But it is for the cell that certain components of food are important, on the basis of which such a concept as cellular nutrition is introduced. This term is absolutely different from the concept of conventional nutrition, which will be given a separate part of the study.

Thus, this article will present materials of practical as well as theoretical research on aspects of cellular nutrition, its fundamental concept will be considered, as well as how to observe the principles of cellular nutrition in conditions of constant daily life. The importance of cellular nutrition for the human body will be explained, the most important biochemical processes will be characterized.

Keywords: cell, human body, nutrition, cellular nutrition, nutrients, energy.

Аннотация. Состояние организма человека целиком и полностью зависит от состояния его структурно-функциональных единиц, в качестве которых выступают именно клетки. Организм каждого из нас есть совокупность различного типа клеточных образований.

В каждой клетке постоянно происходят жизненно важные биохимические процессы и реакции, благодаря которым выделяется необходимая для нашей нормальной жизнедеятельности энергия.

В качестве субстрата для последующего синтеза энергии выступает ни что иное как продукты питания, которые в совокупности составляют наш ежедневный рацион.

Но именно для клетки важны определенные составляющие продуктов питания, на основании чего вводится такое понятие как клеточное питание. Данный термин совершенно точно отличен от понятия обычного питания, чему будет уделена отдельная часть проводимого исследования.

Таким образом, в данной статье будут представлены материалы практического, а также теоретического исследования об аспектах клеточного питания, будет рассмотрена его основополагающая концепция, а также то, каким образом соблюдать принципы клеточного питания в условиях постоянной ежедневной жизнедеятельности. Будет объяснена значимость клеточного питания для организма человека, охарактеризованы наиболее важные биохимические процессы.

Ключевые слова: клетка, организм человека, питание, клеточное питание, нутриенты, энергия.

В первую очередь следует представить понятие клеточного питания, которое подразумевает ни что иное как использование организмом пищевых частиц и элементов в том определенном и ограниченном количестве, что гарантирует обеспечение оптимальных условий существования и функционирования клеточных элементов. Такой тип питания преследует достижение четкой поставленной цели, то есть

клеточное питание есть ни что иное как способ обеспечения организма тем количеством питательных ресурсов, которые позволяют организму самостоятельно осуществлять восстановление клеточных популяций. [6,8]

Концепция клеточного питания состоит в том, чтобы выполнять различные принципы такого питания.

Под принципами клеточного питания в равной степени подразумевают теоретические постулаты и практика, несущие практическую значимость.

Что касается теоретических принципов клеточного питания, то в данном случае речь идёт о таких установках как:

1. Клетка есть образование, которое должно получать абсолютно необходимые ей нутриенты;
2. Клетка есть защитный и энергетический механизм для организма;
3. Клетка позволяет организму восстанавливать те структуры, которые претерпели ряд изменений;
4. Для клетки важна именно биодоступность и количество полезных элементов, их источник уходит на второй план;
5. Клеточное питание есть способ расширения возможностей организма по самовосстановлению.

Практические установки клеточного питания представлены следующим образом:

1. Большинство людей соблюдают принципы «правильного питания», но на самом деле данное питание не является здоровым питанием;
2. 1–2% людей получают полноценное питание для клеток только из пищи;
3. Клеточное питание включает в свой состав не только пищу, но и диетические добавки, которые называются Нутрицевтиками.

Клеточное питание представляет собой следующую схему: 28 аминокислот, 15 минералов, 12 витаминов, 7 ферментов, 3 незаменимых жирных кислоты. [3,4]

Пищевые добавки, которые необходимы для клеточного питания есть добавки на основе растительных компонентов, что обеспечит поступление энергии в организм в полном объеме.

Упомянутые 28 аминокислот играют роль строительного материала в организме, позволяют иммунитету работать в оптимальном режиме.

Минералы нужны клеткам для того, чтобы происходило полноценное усвоение витаминов, ферментов, поддержка нормального кислотно-основного состояния. Минеральными элементами являются кальций, цинк, железо, хром, селен, магний, йод.

Витамины также выполняют значительное количество функций, они являются коферментами большинства биохимических реакций. Большинство витаминов имеют экзогенное происхождение, именно поэтому нужно следить за потреблением тех продуктов, которые наделены большим количеством витаминов. [7,10]

Ферментные вещества ответственны за процесс активации витаминов, способствуют восстановлению клеток, обеспечивают их энергетическим субстратом.

Полиненасыщенные жирные кислоты важны по причине того, что основу клеточной мембраны составляют именно липиды, что позволяет ей находиться в жидкокристаллическом состоянии. Синтез данных веществ в организме также не осуществляется, следовательно, они должны поступать с продуктами питания. [2]

Для того, чтобы все перечисленные вещества благополучно поступили в клетку, необходимо обеспечить организм достаточным количеством воды, которая является проводником всего комплекса описанных веществ в клетку.

Что касается рекомендаций по клеточному питанию, то соблюдение рассмотренных принципов показано абсолютно каждому из нас, тем не менее имеет место определенная зависимость от образа жизни человека, так как кто-то из нас может пребывать на протяжении жизни в комфортном климате, а кто-то живет в неподходящей для организма климатической зоне.

Так теми, кому в первую очередь следует пополнить запасы клеточного питания, являются следующие категории лиц:

1. Люди, постоянным местом жительства которых является крупный город, особенно с развитой промышленной сферой;
2. Люди, в анамнезе жизни которых присутствует фактор лишнего веса;
3. Люди, иммунная система которых пребывает не в оптимальном состоянии, и если в их анамнезе присутствуют различные аутоиммунные патологические состояния;
4. Люди, в чьем организме в данный момент времени происходит активная перестройка, то есть в данную категорию входят дети, подростки, люди возрастом более 30 лет;
5. Люди, занимающиеся профессиональным спортом, что предполагает значительные энергетические затраты в течение дня;
6. Люди, рацион которых во многом представлен пищей синтетического происхождения;
7. Люди, претерпевшие какую-либо стрессовую ситуацию, например, перелом, оперативное вмешательство;
8. Люди, ставящие перед собой цель набора мышечной массы.

Каждой из данных категорий людей необходимо поддерживать ресурсное состояние организма.

О перспективах клеточного питания в отношении человечества следует рассуждать с точки зрения того, что здоровье человеческого организма зависит от состояния внутренних органов и систем органов.

Клетка есть единица структуры органа, совокупность клеток уже образует полноценную ткань, которая может выстилать орган снаружи или изнутри. То есть, от состояния одной клетки может зависеть работа целого органа, тем самым допустимо утверждение о том, что здоровье организма начинается с здоровья отдельной клетки. [1,6]

Если речь идет о перспективах человечества в целом, то важно рассуждать о сохранении популяции, то есть каждый должен способствовать продолжению рода.

В данном случае следует упомянуть о такой функции клеток как передача наследственного материала, то есть ДНК. Именно в ДНК чаще всего возникают различного рода повреждения, которые в последствии обуславливают развитие хромосомных патологий или мутаций. В результате с каждым новым поколением количество мутационных изменений в наследственном материале накапливается, тем самым риск возникновения генетических заболеваний увеличивается в несколько раз с каждым новым поколением.

Упомянутые нарушения в структуре ДНК могут быть вызваны различными причинами, но в качестве одной из центральных следует обозначить именно неправильное питание, действие токсинов, которые могут содержаться в продуктах питания. [5,9]

Клетки, генетический материал которых поврежден, достаточно рано и стремительно перестают нормально функционировать по причине чего и погибают.

Кроме того, клетки с поврежденным генетическим материалом могут стать причиной системной воспалительной реакции, что, в свою очередь, вызовет заболевание хронического течения. Таким образом, клеточное питание есть один из тех механизмов, успешное и полноценное функционирование которого будет обеспечивать человеку некоторую степень гарантии улучшения качества жизни, так как клетки будут работать в оптимальном режиме, что обусловлено в первую очередь тем, что клетка получает весь нужный ей объем незаменимых элементов и веществ из употребляемых в пищу продуктов.

Для соответствия обозначенным принципам клеточного питания следует стараться придерживаться рекомендаций, главной сутью которых является то, что необходимо употреблять полезные жиры, нежирные белки, цельные фрукты и овощи, тем самым получится обеспечить разнообразное и сбалансированное питание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов А.А. Значение здоровья детей в формировании их гармоничного развития. Гигиена и санитария, 2015. — 162с
2. Бочков Н.П., Соловьева Д.В., Стрекалов Д.Л., Хавинсон В.Х. Роль молекулярногенетической диагностики в прогнозировании и профилактике возрастной патологии // Клинич. медицина. — 2002. — № 2.
3. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. — М.: Дашков и К, 2013. — 168 с.
4. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. — 479 с.
5. Зверев, В.В. Основы микробиологии и иммунологии. / под ред. В.В. Зверева и М.Н. Бойченко: учебник. — М. Гэотар-медиа, 2020
6. Корнева Е.А., Шхинек Э.К. Гормоны и иммунная система. // Л.: Наука. — 1988. — 248 с.
7. Лобыкина Е.Н. Питание должно быть функциональным / Е.Н. Лобыкина, д.м.н.// Планета Арт-Лайф. — 2016 — № 1. С.84
8. Матвеева, Н.А., Бадеева, Т.В., Ашина, М.В. Гигиена и экология человека: учебник / коллектив авторов; под ред. Н.А. Матвеевой. — М.: Кнорус, 2021. — 328 с.
9. Типсина Н.Н. Диетическое питание. Учебное пособие. — Красноярск, Изд. Краснояр.гос. 2019. — 70с.
10. Фролькис В.В., Мурадян Х.К. Старение, эволюция и продление жизни // Киев: Наук. Думка. — 1992. — 336 с.

© Иванчихина Ольга Викторовна (6015010@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ

ENERGY ASPECTS OF BIOLOGY

V. Karpin
O. Shuvalova

Summary. The most important manifestation of the vital activity of organisms is the constancy of the internal environment (homeostasis). It is provided primarily by the dynamic equilibrium of the metabolic processes of assimilation — dissimilation, which K. Bernard designated as a physiological axiom embracing all life phenomena. The most important problem of theoretical biology is the identification of intimate mechanisms for maintaining homeostasis in an unstable environment, including the mechanisms of self-organization of the observed dynamic equilibrium. The article attempts to represent homeostatic processes based on the thermodynamics of biological systems. This approach reveals not only the intimate mechanisms of the extraordinary stability of living organisms, but also the elements of its self-regulation.

Keywords: theoretical biology, homeostasis, energy aspects.

Карпин Владимир Александрович

Доктор медицинских наук, Сургутский
государственный университет
kafter57@mail.ru

Шувалова Ольга Ивановна

Кандидат медицинских наук, Сургутский
государственный университет
shuvalova78@mail.ru

Аннотация. Важнейшим проявлением жизнедеятельности организмов является постоянство внутренней среды (гомеостаз). Оно обеспечивается прежде всего динамическим равновесием метаболических процессов ассимиляции — диссимиляции, которое еще К. Бернар обозначил как физиологическую аксиому, обнимающую все жизненные явления. Важнейшей проблемой теоретической биологии является выявление интимных механизмов поддержания гомеостаза в нестабильной окружающей среде, в том числе механизмы самоорганизации наблюдаемого динамического равновесия. В статье предпринята попытка представления гомеостатических процессов на основе термодинамики биологических систем. Данный подход раскрывает не только интимные механизмы необычайной устойчивости живых организмов, но и элементы ее саморегуляции.

Ключевые слова: теоретическая биология, гомеостаз, энергетические аспекты.

Несмотря на то, что живой организм является очень сложной органической структурой, он отличается необычайной стабильностью: вся его деятельность протекает на определенном практически неизменном уровне. «Установлено, что живая клетка, изолированная или составляющая часть сложного многоклеточного организма, представляет подвижную, саморегулирующуюся систему. Она не находится в абсолютном равновесии со своим окружением. Ее внутренняя организация поддерживается активными процессами, направленными на ограничение, предупреждение или устранение сдвигов, вызванных различными воздействиями из внешней и внутренней среды. Способность возвращаться к исходному состоянию после отклонения от некоторой средней величины, вызванного тем или иным физическим, химическим, физиологическим фактором — особое преимущество живой клетки. В известной мере это относится и ко всему организму, который состоит из огромного числа строго дифференцированных клеток. В процессе своей жизнедеятельности он поддерживает и восстанавливает их структуру и функции на молекулярном, микро- и ма-

кроскопическом уровнях вопреки всем нарушающим извне и изнутри влияниям» [5, с. 12].

Впервые вопрос о постоянстве внутренней среды организма поставил французский ученый К. Бернар около 150 лет назад. Он разделил все явления жизни на две большие группы: органическое разрушение и органическое созидание, показав, что это разделение характеризует общую физиологию и обнимает в своей общности все жизненные явления: «Все, что ни происходит в живом существе, относится к одному или к другому из этих типов; и жизнь характеризуется соединением и сцеплением этих двух порядков явлений. Это деление жизни кажется нам наилучшим из всех, какие могут быть предложены в общей физиологии. Оно самое обширное и вместе с тем наиболее согласное с действительной природой вещей. ... Мы не можем себе представить ни одного живого существа... без участия в нем этих двух порядков явлений. Это физиологическое основание, на котором движутся все разнообразные формы в обоих царствах» [2, с. 108]. <...> «Иначе и нельзя себе представить существа, одаренно-

го жизнью. И действительно, эти явления совершаются одновременно во всяком живом существе в неразрывном сцеплении. Дезорганизация, или дезассимиляция изнашивает живую материю в органах, находящихся в *функционирующем* состоянии; ассимилирующий синтез возрождает ткани; он собирает материалы для запасов, которые функционирование должно израсходовать. Эти две операции разрушения и обновления, обратные одна относительно другой, связаны безусловно и нераздельно в том по крайней мере смысле, что разрушение есть необходимое условие обновления. Явления функционального разрушения сами суть предшественники и виновники материального обновления посредством того образовательного процесса, который бесшумно совершается внутри тканей. Потери вознаграждаются по мере того, как они происходят, и равновесие восстанавливается тотчас же, как только оно обнаруживает склонность к разрушению, и потому тело постоянно сохраняется неизменным в своем составе. ... Это физиологическая аксиома...» [2, с. 109].

Неослабевающий научный интерес поиска глубинных механизмов динамического равновесия всех жизненных процессов продолжается до настоящего времени.

Чтобы понять структурно-функциональные первоосновы организации живых организмов, необходимо применить современные стратегические методологические подходы. Данная попытка основана на применении системного подхода и термодинамики неравновесных процессов.

Системный анализ внес существенный вклад в обсуждаемую проблему: все современные исследования стали рассматривать биологические объекты любого иерархического уровня как комплексы взаимосвязанных элементов с последующими поисками системообразующих факторов. Но какие механизмы удерживают живые организмы в состоянии постоянства внутренней среды? Биохимические исследования пролили свет на химические составляющие динамического равновесия, но остается не совсем понятной самоорганизация этих процессов.

Ученых различной специализации издавна интересовала взаимосвязь материи и энергии в организации окружающего материального мира, вплоть до появления в конце XIX века среди некоторых ученых идеалистической философской концепции энергетизма, сводящей все явления природы к видоизменениям энергии, лишенной материальной основы (В. Оствальд, Э. Мах и др.). В противоположность абсолютизации энергетизма А. Эйнштейн отстаивал закон взаимосвязи массы и энергии: «Из теории относительности мы зна-

ем, что вещество представляет собой огромные запасы энергии, и что энергия представляет вещество. ... Различие между массой и энергией не качественное... Вещество — там, где концентрация энергии велика...» [10, с. 209–210].

Появление новой науки термодинамики ознаменовало собой следующий крупный шаг в познании Природы. Принципы термодинамики универсальны для живой и неживой природы. Термодинамика обязательно использует понятие системы. Любая система как комплекс взаимосвязанных элементов может быть названа термодинамической системой.

Живой организм можно представить как открытую биологическую систему, непрерывно обменивающуюся с окружающей средой веществом, энергией и информацией. Традиционно научные исследования здесь преимущественно направлены на изучение различных процессов обмена веществ. В то же время не меньший интерес должны представлять различные превращения энергии при постоянном прохождении через все биологические объекты и их влияние на организацию и поддержание жизненных процессов.

Все физико-химические процессы в живом организме осуществляются за счет внутренней энергии. В свою очередь внутренняя энергия состоит из свободной и связанной энергии. Энергетическое обеспечение всех процессов в биосистеме осуществляет свободная внутренняя энергия. Связанная энергия — это теплота, энтропия, это безвозвратно потерянная энергия, поэтому КПД любой работы всегда будет ниже 100%.

Внутренняя свободная энергия осуществляет все процессы, идущие с затратой энергии, всю внутреннюю и внешнюю работу. Внешняя работа — это добыча, поглощение, переваривание и всасывание пищи, а также физическая (механическая) работа. По сути, вся внешняя работа есть физическая работа. Внутренняя работа — это химическая работа, это процессы ассимиляции и диссимиляции. Внутренняя работа — это пластическая (структурная) работа.

Нужно четко представлять себе, что именно и только структура организма является источником внутренней свободной энергии. Процессы ассимиляции (синтез) являются запасом, накоплением и источником свободной энергии. Процессы диссимиляции (распад, разрушение) являются процессом высвобождения и затраты внутренней свободной энергии.

Универсальным источником внутренней энергии организма является АТФ. Он участвует во всех внутренних энергетических процессах, сам периодически то

распадаясь (отдавая энергию), то вновь синтезируясь, опять с затратой внутренней свободной энергии. Эти процессы необратимы и требуют постоянного притока внешней свободной энергии (солнечная энергия или питание).

Следует подчеркнуть, что химическая энергия пищи (внешняя энергия) не идет напрямую, непосредственно на удовлетворение энергетических нужд организма. Она должна сначала перейти в структурную энергию, и уже оттуда «черпать силы». Восстановление структурной энергии также требует затрат внутренней свободной энергии, которая в свою очередь требует притока внешней свободной энергии. (Такой сложный физико-химический «клубок»).

Жизнь иногда называют «отрицательной энтропией», потому что организмы способны поддерживать сложную структуру, несмотря на влияние своего окружения. Но, так же как и любые другие системы, состоящие из вещества и энергии, они подчиняются второму закону термодинамики и вынуждены постоянно работать, создавая и поддерживая упорядоченные ансамбли вещества и энергии. Этот процесс требует энергии, и организмы получают ее от Солнца, чтобы противостоять второму закону в своих собственных тканях, создавая порядок из беспорядка. Где бы мы ни находили проявления жизни, мы всегда найдем здесь же источник энергии. Ни один организм не может долго просуществовать без непрерывного притока энергии [7].

Причем при всем при этом биологическая система должна находиться в стационарном состоянии (термодинамическом неравновесном состоянии), то есть все противоположно направленные процессы должны быть уравновешены. При стационарном состоянии производство и выделение энтропии должны быть эквивалентными, т.е. поступление негэнтропии (отрицательной энтропии) из внешней среды должно восполнять потерю положительной энтропии.

Одной из важнейших характеристик биосистем является устойчивость стационарных состояний: при отклонении системы от стационарного уровня в ней возникают силы, стремящиеся вернуть ее в первоначальное положение. Этот феномен был описан еще 150 лет назад как принцип Ле-Шателье, но он был научно обоснован только в XX веке с появлением новой науки термодинамики.

Изучение проблем законов термодинамики стало новым шагом в биологических науках, на которые впервые обратил внимание Э.Бауэр (1935 г.) [1]. Он установил, что живые организмы всегда находятся в состоянии термодинамического неравновесия, что

противоречило популярной в то время теории термодинамического равновесия («принцип устойчивого неравновесия» Э.Бауэра). В дальнейшем подобные исследования в области теории неравновесной термодинамики были продолжены бельгийским ученым И.Р.Пригожиным [4].

И. Пригожин выдвинул теорию термодинамической устойчивости в системах, далеких от термодинамического равновесия, к которым относятся все сложные биологические системы, предложив теорему о минимуме производства энтропии: стационарные состояния соответствуют минимуму производства энтропии. Если на систему подействовать возмущением, то производство энтропии увеличится, но система ответит на это возвращением в состояние с наименьшим производством энтропии. Организм стремится работать на самом выгодном энергетическом режиме. При определенном возмущающем воздействии система может или погибнуть, или перейти в новое стационарное состояние. Таким образом, достижения термодинамики раскрыли как механизмы стационарного состояния биосистем, так и их эволюцию, а также показали существование в природе процессов самоорганизации [8].

Динамическое равновесие в биологических системах поддерживается энергетической регуляцией биохимических процессов. Классическим примером является дыхательный контроль.

Сопряжение окисления с фосфорилированием в митохондриях отличается прочностью: если невозможен синтез АТФ, то прекращается и окисление. В эксперименте *in vitro*, если в инкубационной смеси имеются все исходные вещества, за исключением АДФ, то поглощения O_2 (дыхания) не наблюдается. После внесения АДФ сразу же начинается и дыхание, и синтез АТФ. По мере расходования АДФ скорость дыхания снижается и совсем прекращается, когда вся АДФ превратится в АТФ.

Этот механизм регуляции имеет очень важное значение, так как в результате его действия скорость синтеза АТФ определяется потребностью клетки в энергии: при увеличении расходования АТФ в клеточных процессах увеличивается концентрация АДФ, а это автоматически ведет к ускорению дыхания и фосфорилирования. Темп работы митохондрия задается фактическими затратами АТФ [6], [9].

В результате анализа обсуждаемых процессов Б.С.Доброборским в 2006 г. был сформулирован «Второй закон термодинамики биологических систем», объясняющий, каким образом живые организмы поддерживают свое неравновесное термодинамическое состояние: «Устойчивость неравновесного термодина-

мического состояния биологических систем обеспечивается непрерывным чередованием биохимических процессов потребления и выделения энергии посредством управляемых реакций синтеза и расщепления АТФ соответственно [3, с. 29]. Таким образом, комплекс биохимических реакций живого организма, направлен-

ный на обеспечение его неравновесного термодинамического состояния путем непрерывного чередования синтеза и расщепления АТФ проявляется макроскопически тем фундаментальным процессом жизнедеятельности, который в биологии носит название постоянства внутренней среды организма, или гомеостаза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бауэр Э. Теоретическая биология / Э. Бауэр. — СПб.: Росток, 2002. — 352 с.
2. Бернар К. Курс общей физиологии / Пер. с франц. / К. Бернар. — СПб., 1878. — 354 с.
3. Доброборский Б.С. О гомеостазе с позиции термодинамики биологических систем / Б.С. Доброборский. // Инновационная наука. — 2020. — № 6. — С. 28–30.
4. Доброборский Б.С. Термодинамика биологических систем / Б.С. Доброборский. — СПб, 2012. — 47 с.
5. Кассиль Г.Н. Внутренняя среда организма / Г.Н. Кассиль. — М.: Наука, 1983. — 133 с.
6. Николаев А.Я. Обмен веществ и энергии // А.Я. Николаев. Биологическая химия. — М.: МИА, 2001. — С. 160–350.
7. Ондар С.О. Принципы термодинамики в биологических системах / С.О. Ондар. // Вестник Тувинского государственного университета. — 2011. — № 2. — С. 35–46.
8. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках / Пер. с англ. / И. Пригожин. — М.: КомКнига, 2006. — 296 с.
9. Самойлов В.О. Биоэнергетика // В.О. Самойлов. Медицинская биофизика. — СПб.: СпецЛит, 2013. — С. 203–239.
10. Эйнштейн А. Эволюция физики / А. Эйнштейн. — М.: ООО «Тайдекс Ко», 2005. — 264 с.

© Карпин Владимир Александрович (kafter57@mail.ru), Шувалова Ольга Ивановна (shuvalova78@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Сургутский государственный университет

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ КОСТНОМЗГОВОЙ ФОРМЫ ОСТРОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ И ОСТРОГО ЦИТОТОКСИЧЕСКОГО СИНДРОМА У МЫШЕЙ

FEATURES OF THE COURSE OF THE BONE MARROW FORM OF ACUTE RADIATION SICKNESS AND ACUTE CYTOTOXIC SYNDROME IN MICE

**G. Kokaya
A. Kokaya
V. Zatsepin
I. Mukhina
E. Mavrenkov**

Summary. Single exposure to X-ray radiation at doses of 6.5, 7.5 and 8.0 Gy and intraperitoneal administration of cyclophosphane at doses of 500, 750 and 1000 mg / kg leads to the rapid development of the bone marrow form of acute radiation sickness and cytotoxic syndrome, accompanied by high mortality. After a single X-ray irradiation with a dose of 6.5 Gy and the administration of cyclophosphane at a dose of 500 mg / kg, the mortality rate for 30 days was 60.0 and 53.3%. As a result of exposure to X-ray radiation at doses of 7.5 and 8 Gy, as well as after a single administration of cyclophosphane 750 and 1000 mg / kg, mass death of mice was observed from 6 days and by 14 days the mortality rate reached 93.3 and 100%, while no differences in mortality and general functional status were found in mice.

In the experimental groups, a decrease in the tala mass of mice was observed by more than 1.5 times when compared with the initial values and by more than 2 times when compared with the control groups. The dull and dirty color of the coat, signs of loose stools and alopecia, a decrease and absence of tentative research reactions, general motor activity up to the loss of posture testified to the acute cytotoxic effect of ionizing radiation and cyclophosphane. The absence of differences in the clinical course and mortality rates of the bone marrow form of acute radiation sickness and acute cytotoxic syndrome caused by cyclophosphane allows us to consider these experimental models interchangeable.

Keywords: experimental modeling, ionizing radiation, acute radiation sickness, cyclophosphane, cytotoxicity.

Кокая Георгий Николаевич

Младший научный сотрудник ООО
«Авиастанкосервис» (г. Москва); ФГБУ «НМИЦ имени
В.А. Алмазова» Минздрава России (г. Санкт-Петербург)
Kkgeo@yandex.ru

Кокая Анна Александровна

Кандидат медицинских наук, старший научный
сотрудник ООО «Авиастанкосервис» (г. Москва)
kann1812@yandex.ru

Зацепин Виктор Викторович

Доктор медицинских наук, ФГБВОУ ВО «Военно-
медицинская академия им. С.М. Кирова» (г. Санкт-
Петербург)
Zatsepin_vv@mail.ru

Мухина Ирина Васильевна

Доктор биологических наук, профессор, ГБОУ
ВПО Приволжский исследовательский медицинский
университет Минздрава России (г. Нижний Новгород)
mukchinaiv@mail.ru

Мавренков Эдуард Михайлович

Доктор медицинских наук, начальник
организационно-планового отдела военно-научного
комитета Главного военно-медицинского управления
МО РФ (г. Москва)
Ehd-Mavrenkov@ya.ru

Аннотация. Однократное воздействие рентгеновским излучением в дозах 6,5; 7,5 и 8,0 Гр и внутрибрюшинное введение циклофосфана в дозах 500, 750 и 1000 мг/кг приводит к быстрому развитию костномозговой формы острой лучевой болезни и цитотоксическому синдрому, сопровождаясь высокой летальностью. После однократного рентгеновского облучения дозой 6,5 Гр и введения циклофосфана в дозе 500 мг/кг летальность в течение 30 суток составила 60,0 и 53,3%. В результате воздействия рентгеновским излучением дозами 7,5 и 8 Гр, а также после однократного введения циклофосфана 750 и 1000 мг/кг массовую гибель мышей наблюдали с 6 суток и к 14 суткам летальность достигала 93,3 и 100%, при этом, различий в показателях летальности и общего функционального состояния у мышей установлено не было.

В опытных группах наблюдали снижении массы тала мышей более чем в 1,5 раза при сравнении с исходными значениями и более чем в 2 раза при сравнении с контрольными группами. Тусклый и грязный цвет шерсти, признаки жидкого стула и алопеции, снижения и отсутствие ориентировочно-исследовательских реакций, общей двигательной активности вплоть до потери позы свидетельствовали о остром цитотоксическом действии ионизирующего излучения и циклофосфана. Отсутствие различий в клиническом течении и показателях летальности костномозговой



Введение

На сегодняшний день в современной медицине большое внимание уделяется изучению как противоопухолевых цитостатических препаратов, так и лучевой терапии опухолей. Однако, выраженное противоопухолевое действие этих способов лечения онкологических и иммунопатологических процессов сопровождается тяжелыми побочными реакциями организма [4, 5].

Ключевое место среди всех цитостатических препаратов занимают средства из группы алкилирующих соединений, а одним из типичных представителей этой группы является циклофосфан [5]. Основное фармакологическое действие этих препаратов заключается в том, что алкилирование ДНК приводит к дестабилизации молекулы, фрагментации и как следствие утрате её целостности. Фрагментация молекулы ДНК является одним из основных инициаторов механизмов эндогенной программированной гибели клетки, этим и достигается надёжный эффект противоопухолевой терапии [5,6,8]. Из-за неселективного действия на клетки организма, основным побочным эффектом действия цитостатиков является цитотоксический синдром, сопровождающийся угнетением гемопоэза, который в большинстве случаев является причиной прекращения приёма препаратов [1,2,6]. Исходя из механизма действия циклофосфана следует отметить, что его цитотоксический эффект соответствует течению типовых патологических процессов, которые являются инициаторными звеньями в развитии эндогенной программированной гибели клетки [3,8].

С другой стороны, в случае применения лучевой терапии, ионизирующее излучение (ИИ) за счёт своей высокой проникающей способности вызывает каскад патофизиологических изменений, в ходе которых одним из ведущих звеньев является ионизация молекул воды и образование свободных радикалов, впоследствии повреждающих ДНК и РНК клетки. В зависимости от степени поражения молекулярные изменения в клетках приводят к органическому повреждению органов и тканей, вызывая характерные патологоана-

томические и клинические изменения. Образование свободных радикалов, которое лежит в основе патогенетического действия ИИ, также характерно для типовых патологических процессов, таких как гипоксия и воспаление [4,7].

Ключевые слова: экспериментальное моделирование, ионизирующее излучение, острая лучевая болезнь, циклофосфан, цитотоксичность.

томические и клинические изменения. Образование свободных радикалов, которое лежит в основе патогенетического действия ИИ, также характерно для типовых патологических процессов, таких как гипоксия и воспаление [4,7].

Несмотря на разный экзогенный механизм повреждающего действия клетки цитостатиками и ионизирующим излучением, данные альтернирующие факторы делают экспериментальные модели острого цитотоксического синдрома и острой лучевой болезни (ОЛБ) весьма интересными, с точки зрения экспериментального моделирования на животных. Эти экспериментальные модели удобны для изучения основных патофизиологических процессов и решения наиболее важной задачи — разработки эффективных патогенетически обоснованных медикаментозных и немедикаментозных методов коррекции и лечения не только повреждающего действия цитостатиков и ионизирующего излучения, но и других патологических состояний [8].

К типовым патологоанатомическим изменениям костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома, обусловленного цитостатиками, относят — опустошение костного мозга и дистрофические изменения в органах, а к клиническим — гематологический и геморрагический синдромы, а также синдромы инфекционных осложнений и органического поражения центральной нервной системы. Эти патологические процессы у экспериментальных животных сопровождаются изменениями общего функционального состояния и высокой летальностью [1,2,4,7]. Выявленные особенности течения костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома позволят наиболее эффективно использовать данные экспериментальные модели для решения основных патофизиологических задач.

Цель исследования

Установить особенности течения костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома у мышей. Оценить возможности использования данных

Таблица 1. Общее количество объектов исследования и распределение их по группам

| Серия экспериментов | Группы | Экспериментальная модель | Способ воздействия и дозы |
|---------------------|----------------------|--------------------------------|--|
| I | Контроль 1 (n=15) | Интактные | Без воздействия |
| | Опыт 1.1 (n=15) | Костномозговая форма ОЛБ | Рентгеновское излучение в дозе 6,5 Гр |
| | Опыт 1.2 (n=15) | Костномозговая форма ОЛБ | Рентгеновское излучение в дозе 7,5 Гр |
| | Опыт 1.3 (n=15) | Костномозговая форма ОЛБ | Рентгеновское излучение в дозе 8 Гр |
| II | Контроль 2 (n=15) | Интактные | Без воздействия |
| | Опыт 2.1 (n=15) | Острый цитотоксический синдром | Внутрибрюшинное введение 5% рабочего раствора циклофосфана (50 мг/мл) — 500 мг/кг |
| | Опыт 2.2 (n=15) | Острый цитотоксический синдром | Внутрибрюшинное введение 7,5% рабочего раствора циклофосфана (75 мг/мл) — 750 мг/кг |
| | Опыт 2.3 (n=15) | Острый цитотоксический синдром | Внутрибрюшинное введение 10% рабочего раствора циклофосфана (100 мг/мл) — 1000 мг/кг |

Таблица 2. Оценка общего функционального состояния мышей в баллах

| Показатели состояния шерстяного покрова | Да /нет (1/0) |
|---|---------------|
| Признаки жидкого стула отсутствуют/присутствуют | 1 |
| Шерсть, блестящая/тусклая | 1 |
| Шерсть, чистая/грязная | 1 |
| Признаков аллопеции нет/есть | 1 |
| Итого | 4 |
| Показатели общего физиологического состояния | Да /нет (1/0) |
| Живой /мертвый | 1 |
| Позу удерживает/не удерживает | 1 |
| Ориентировочно-исследовательские реакции сохранены/нарушены | 1 |
| Общая двигательная активность сохранена/нарушена | 1 |
| Итого | 4 |

экспериментальных моделей для изучения молекулярно-клеточных механизмов коррекции острого цитотоксического действия повреждающих факторов.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования выполнены на 120 белых нелинейных мышах-самцах массой тела 26–29 г, полученных из питомника «Рапполово» (Ленинградская обл.). Животных содержали в стандартных условиях вивария (температура воздуха 18–24 °С, относительная влажность воздуха 40–80%). Доступ животных к корму и воде не ограничивали (режим питания — *ad libitum*).

Все выполненные эксперименты осуществляли в соответствии с принципами биоэтики и согласно требованиям нормативно-правовых документов о порядке

проведения исследовательских работ с применением животных, которые отражены в руководстве «Guide for care and use of laboratory animals (ILAR publication, 1996, National Academy Press)»; межгосударственном стандарте ГОСТ 33216–2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами»; РД-АПК 3.10.07.02–09 Методические рекомендации по содержанию лабораторных животных в вивариях научно-исследовательских институтов и учебных заведений.

Перед проведением каждого эксперимента животные проходили карантин в течение 14 сут, после которого мышей распределяли на группы путем рандомизации с исключением из эксперимента больных и ослабленных животных.

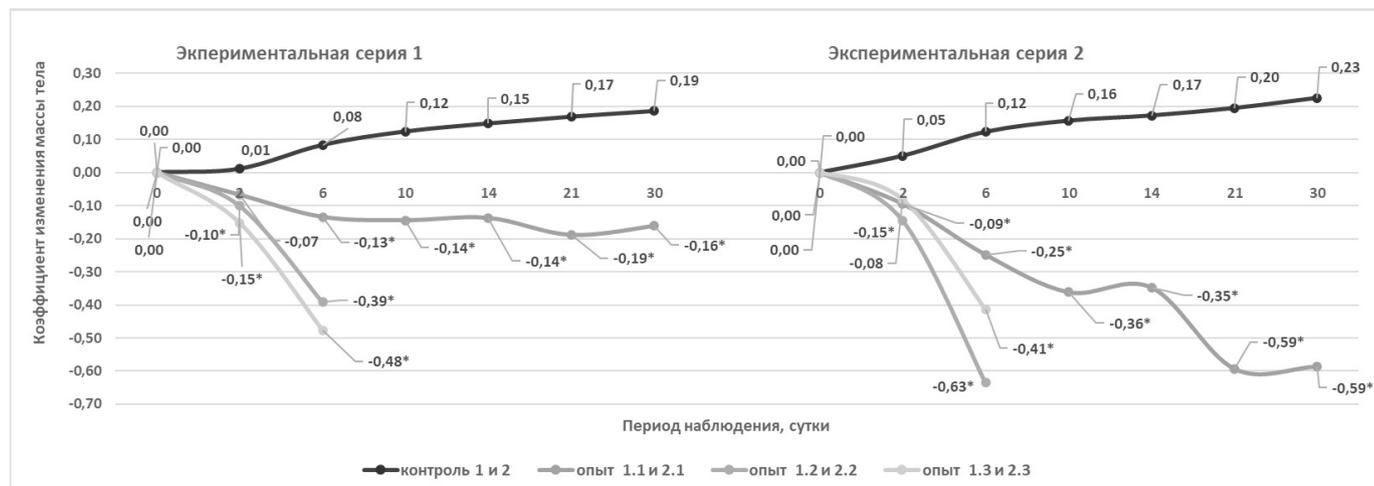


Рис. 1. Динамика изменения коэффициента массы тела у мышей на фоне костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома

Контроль 1 и 2 — интактные мыши на 1 и 2 этапах исследования.

Опыт 1.1 — однократное рентгеновское излучение в дозе 6,5 Гр; опыт 2.1 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 500 мг/кг.

Опыт 1.2 — однократное рентгеновское излучение в дозе 7,5 Гр; опыт 2.2 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 750 мг/кг.

Опыт 1.3 — однократное рентгеновское излучение в дозе 8,0 Гр; опыт 2.3 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 1000 мг/кг.

* — статистически значимые различия при сравнении с контрольными группами и исходными значениями, $p < 0,01$ (критерий Стьюдента);

Выполнено 2 серии экспериментов. В первой серии экспериментов моделировали костномозговую форму острой лучевой болезни, во второй — острый цитотоксический синдром с применением циклофосфана. Общее количество объектов исследования и распределение их по группам представлено в таблице 1.

Продолжительность наблюдения за животными составила 30 суток. Животных из 1 и 2-й контрольных группах не подвергали никаким химическим и физическим воздействиям.

В первой серии экспериментов общее однократное равномерное облучение животных в опытных группах 1.1, 1.2 и 1.3 в дозах 6,5; 7,5 и 8 Гр соответственно моделировали с помощью источника рентгеновского излучения в направлении спина-живот на рентгеновской установке «РУМ-17». Напряжение тока в момент излучения — 180 кВ, сила тока — 10 мА, фильтр: 0,5 Cu + 1,0 Al, фокусное расстояние — 50 см; мощность дозы — 38,2 Р/м.

Во второй серии экспериментов острый цитотоксический синдром моделировали путём однократного внутрибрюшинного введения циклофосфана. В опыт-

ной группе 2.1 циклофосфан вводили в дозе 500 мг/кг массы тела, в группе 2.2 — 750 мг/кг, а в группе 2.3 — 1000 мг/кг. Рабочие растворы циклофосфана нужной концентрации готовили extempore и вводили из расчёта 0,1 мл на 10 г массы тела мыши (5% раствор циклофосфана — 50 мг/мл; 7,5% раствор циклофосфана — 75 мг/мл и 10% раствор циклофосфана — 100 мг/мл).

В ходе исследования оценивали общую летальность, посуточную летальность и среднюю продолжительность жизни (СПЖ) погибших мышей, динамику коэффициента массы тела ($k_m = 1 - m_0/m_x$), а также общее функциональное состояние мышей, которое выражали в баллах по следующим параметрам — состояние шерстяного покрова, признаки жидкого стула, сохранение ориентировочно-исследовательских реакций, общей двигательной активности и способность удерживать позу (Табл. 2).

Статистическая обработка данных

Результаты представлены как среднее (M) ± стандартная ошибка среднего (m_x). Ошибку средней величины частоты встречаемости признаков (в процентах) с доверительным интервалом для вероятности

Таблица 3. Оценка общего функционального состояния мышей на фоне костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома, (M±m)

| Группа | Доза в-ва (мг/кг) | Состояние шерстяного покрова, (баллы) | | | | | | |
|-----------|-------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 0 сут | 2 сут | 6 сут | 10 сут | 14 сут | 21 сут | 30 сут |
| Контроль1 | - | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 |
| Опыт 1.1 | 500 | 4,0±0,0 | 3,8±0,1 | 3,5±0,1** | 3,4±0,1** | 3,1±0,1** | 2,9±0,1** | 3,1±0,1** |
| Опыт 1.2 | 750 | 4,0±0,0 | 3,4±0,1** | 2,9±0,1** | - # | -# | -# | -# |
| Опыт 1.3 | 1000 | 4,0±0,0 | 3,0±0,1** | 2,7±0,1** | -# | -# | -# | -# |
| Контроль2 | - | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 |
| Опыт 2.1 | 500 | 4,0±0,0 | 3,7±0,1 | 3,2±0,1** | 3,1±0,1** | 3,1±0,1** | 2,5±0,2** | 3,1±0,2** |
| Опыт 2.2 | 750 | 4,0±0,0 | 3,5±0,1 | 3,0±0,1** | -# | -# | -# | -# |
| Опыт 2.3 | 1000 | 4,0±0,0 | 3,5±0,1 | -# | -# | -# | -# | -# |
| Группа | Доза в-ва (мг/кг) | Общее физиологическое состояние, (баллы) | | | | | | |
| | | 0 сут | 2 сут | 6 сут | 10 сут | 14 сут | 21 сут | 30 сут |
| Контроль1 | - | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 |
| Опыт 1.1 | 500 | 4,0±0,0 | 3,8±0,1 | 3,1±0,1** | 3,1±0,1** | 2,9±0,1** | 3,2±0,1** | 3,5±0,1** |
| Опыт 1.2 | 750 | 4,0±0,0 | 3,5±0,1** | 2,8±0,1** | -# | -# | -# | -# |
| Опыт 1.3 | 1000 | 4,0±0,0 | 3,0±0,1** | 2,5±0,1** | -# | -# | -# | -# |
| Контроль2 | - | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 | 4,0±0,0 |
| Опыт 2.1 | 500 | 4,0±0,0 | 3,8±0,1 | 2,9±0,1** | 2,9±0,1** | 2,8±0,2** | 2,7±0,2** | 3,2±0,2** |
| Опыт 2.2 | 750 | 4,0±0,0 | 3,7±0,1 | 2,9±0,1** | -# | -# | -# | -# |
| Опыт 2.3 | 1000 | 4,0±0,0 | 3,7±0,1 | -# | -# | -# | -# | -# |

Примечание:

* — $p < 0,01$ различия статистически значимы при сравнении с группой контроля, критерий Стьюдента;

** — $p < 0,01$ различия статистически значимы при сравнении с группой контроля и с исходными значениями, критерий Стьюдента;

— число животных в группе меньше статистически значимого числа ($n < 4$).

95% вычисляли с применением программных пакетов Statistica 10 и MS-Excel. Достоверность различий между экспериментальными группами определяли с применением критерия Стьюдента, критерия Фишера и не параметрического U-критерия Манна-Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Установлено, что ИИ в дозах 6,5; 7,5 и 8 Гр, а также внутрибрюшинное введение циклофосфан в дозах 500, 750 и 1000 мг/кг оказывают выраженное цитотоксическое действие на мышей. Во всех опытных группах наблюдали статистически значимое снижение массы тела по сравнению с контрольными группами и исходными значениями ($p < 0,01$) (рис.1).

Значительную отрицательную динамику снижения массы тела отмечали со 2-х суток после воздействия, которая продолжалась весь период наблюдения. Однако, в опытной группе 1.1 у выживших мышей после воздействия ИИ в дозе 6,5 Гр с 14 суток эксперимента отмечали стабилизацию массы тела, чего не было отме-

чено в опытной группе 2.1, в которой мышам вводили циклофосфан в дозе 500 мг/кг.

В результате воздействия ИИ в дозах 7,5 и 8 Гр, а также после введения циклофосфана в дозах 750 и 1000 мг/кг в 1 и 2 сериях экспериментов в опытных группах 1.2 и 2.2, а также в группах 1.3 и 2.3 наблюдали однотипную отрицательную динамику массы тела до гибели мышей (рис.1).

Коэффициент динамики массы тела в 1 и 2 контрольных группах, был положительный и составил на 30 сутки наблюдения $0,186 \pm 0,016$ и $0,226 \pm 0,05$ соответственно.

В опытных группах 1.1 и 2.1. отрицательный коэффициент динамики массы тела на 2-е сутки наблюдения составил $(-0,067 \pm 0,012)$ и $(-0,095 \pm 0,013)$, к 14-м суткам снизился до $(-0,137 \pm 0,082)$ и $(-0,348 \pm 0,08)$, а на 30-е сутки был $(-0,161 \pm 0,051)$ и $(-0,586 \pm 0,157)$ соответственно, что статистически значимо отличалось от групп контроля и исходных значений ($p < 0,01$) (Рис.1). Коэффициент динамики массы тела между опытными группами 1.1 и 2.1 не имел статистически значимых различий

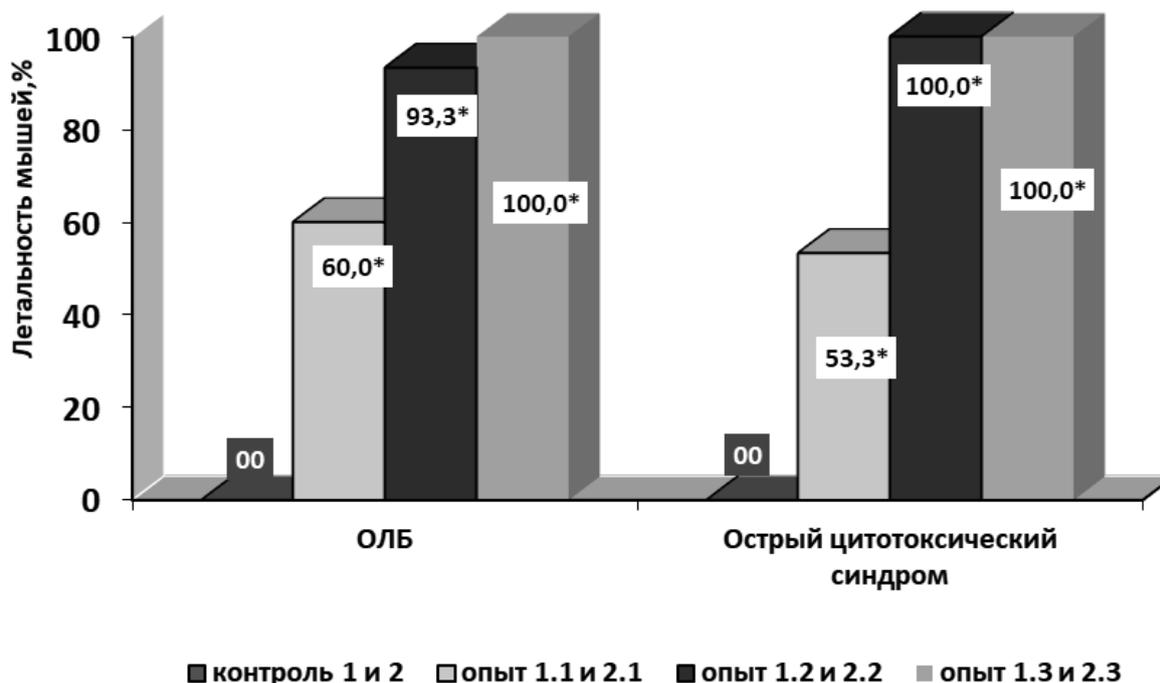


Рис. 2. Летальность мышей в исследуемых группах от костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома за 30 суток.

Контроль 1 и 2 — интактные мыши на 1 и 2 этапах исследования.

Опыт 1.1- однократное рентгеновское излучение в дозе 6,5 Гр; опыт 2.1 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 500 мг/кг.

Опыт 1.2- однократное рентгеновское излучение в дозе 7,5 Гр; опыт 2.2 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 750 мг/кг.

Опыт 1.3 — однократное рентгеновское излучение в дозе 8,0 Гр; опыт 2.3 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 1000 мг/кг.

* — статистически значимые различия при сравнении с контрольными группами, $p < 0,05$ (критерий Фишера);

до 14 суток ($p > 0,05$). Напротив, начиная с 14 суток наблюдения значение коэффициента массы тела в опытной группе 1.1 имел тенденцию к стабилизации и статистически значимо отличался от опытной группы 2.1 ($p < 0,01$) (рис.1).

В опытных группах 1.2 и 2.2 на 2-е сутки наблюдения отрицательный коэффициент динамики массы тела составил $(-0,101 \pm 0,021)$ и $(-0,145 \pm 0,023)$, а на 6-е сутки снизился до $(-0,392 \pm 0,059)$ и $(-0,635 \pm 0,053)$ соответственно, что статистически значимо отличалось от исходного значения ($p < 0,01$), но между опытными группами 1.2 и 2.2 статистически значимых различий в показателях коэффициента установлено не было ($p > 0,05$) несмотря на различия в значениях более чем в 1,5 раза. Аналогичную отрицательную динамику коэффициента массы тела наблюдали в опытных группах 1.3 и 2.3. На 2-е сутки интоксикации показатели составили $(-0,152 \pm 0,024)$ и $(-0,081 \pm 0,012)$, а на 6-е сутки снизились до $(-0,476 \pm 0,081)$ и $(-0,414 \pm 0,071)$, что статистически

значимо отличалось от исходного значения ($p < 0,01$), но между опытными группами 1.3 и 2.3 статистически значимых различий в показателях коэффициента установлено не было ($p > 0,05$) (рис.1).

На фоне костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома наряду с отрицательной динамикой массы тела наблюдали отрицательную динамику общего функционального состояния у мышей опытных групп весь период наблюдения начиная со 2-х суток после воздействия. Вне зависимости от экспериментальной модели во всех опытных группах у мышей отмечали признаки жидкого стула, грязный, тусклый цвет шерсти, участки аллопеции, снижение или отсутствие ориентировочно-исследовательских реакций и общей двигательной активности вплоть до потери позы (табл. 3).

Изменения общего функционального состояния мышей на 1 и 2 этапах исследования были однотипными

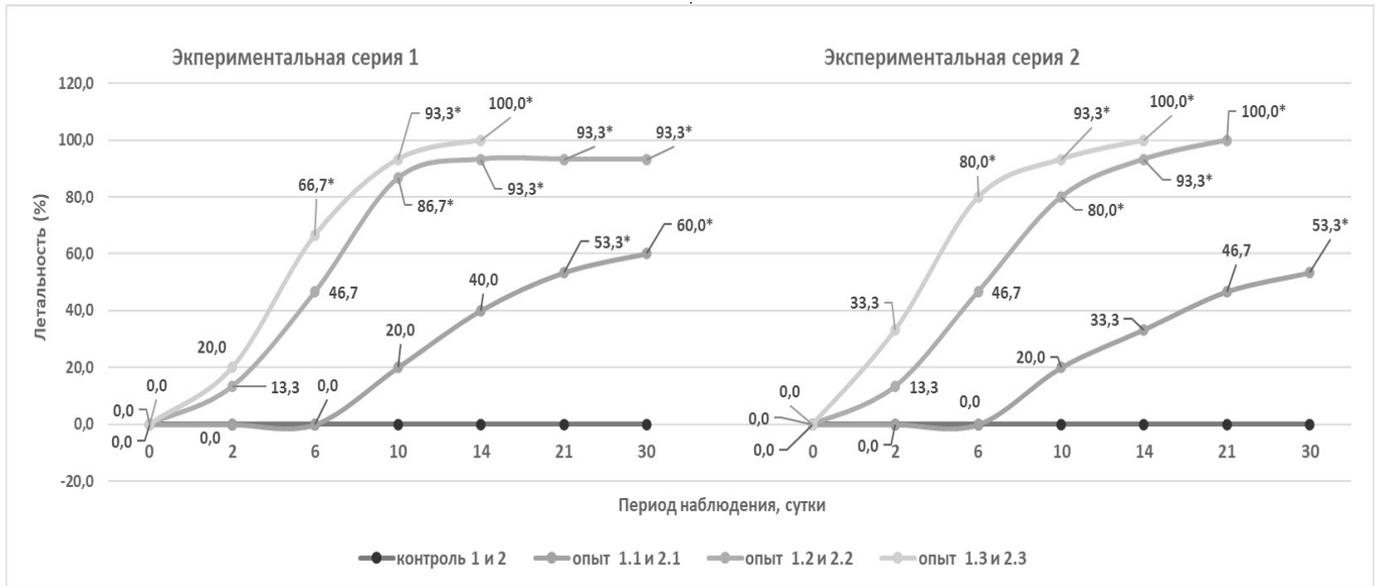


Рис. 3. Посуточная летальность мышей, вызванная костномозговой формы ОЛБ и острым цитотоксическим синдромом.

Контроль 1 и 2 — интактные мыши на 1 и 2 этапах исследования.

Опыт 1.1- однократное рентгеновское излучение в дозе 6,5 Гр; опыт 2.1 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 500 мг/кг.

Опыт 1.2- однократное рентгеновское излучение в дозе 7,5 Гр; опыт 2.2 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 750 мг/кг.

Опыт 1.3 — однократное рентгеновское излучение в дозе 8,0 Гр; опыт 2.3 — однократное внутрибрюшинное введение раствора циклофосфана в дозе 1000 мг/кг.

* — статистически значимые различия при сравнении с контрольными группами, $p < 0,05$ (критерий Фишера);

и носили однонаправленный характер, что свидетельствует об общем характере развивающихся патологических процессов, происходящих на фоне действия разных повреждающих факторов — ионизирующего излучения и острого цитотоксического действия цитостатиков. Посуточные средние показатели общего функционального состояния мышей в опытных группах на 1 и 2 этапах экспериментального исследования имели статистически значимые различия с контрольными группами и исходными значениями ($p < 0,01$) (табл. 3).

Согласно полученным экспериментальным данным костномозговая форма ОЛБ и острое цитотоксическое действие циклофосфана сопровождаются высокой летальностью (рис.2).

На фоне костномозговой формы ОЛБ, вследствие однократного рентгеновского облучения в дозе 6,5 Гр, в течение 30 суток летальность у мышей была 60,0%, а на фоне острого цитотоксического действия циклофосфана после внутрибрюшного введения его в дозе 500 мг/кг — 53,3%. В результате воздействия ИИ в дозах 7,5 и 8 Гр летальность в опытных группах 1.2 и 1.3 на 1

этапе исследования составила 93,3 и 100% соответственно. Следует отметить, что в результате однократного введения циклофосфана мышам в дозах 750 и 1000 мг/кг в опытных группах 2.2 и 2.3 на 2 этапе исследования в течение 30 суток наблюдения отмечали также 100% летальность. Показатели летальности во всех опытных группах на 1 и 2 этапах исследования носили статистически значимые различия при сравнении с 1 и 2 контрольными группами ($p < 0,05$), но при сравнении опытных групп 1 и 2 этапа исследования между собой (опытная группа 1.1 и 2.1, опытная группа 1.2 и 2.2, опытная группа 1.3 и 2.3) различий установлено не было ($p > 0,05$) (рис.2).

Анализируя посуточную летальность мышей на 1 и 2 этапах экспериментального исследования нам не удалось установить различий показателя летальности в опытных группах при моделировании костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома, вызванного циклофосфаном (рис.3).

В результате однократного воздействия ИИ в дозе 6,5 Гр и после введения циклофосфана в дозе 500 мг/кг в опытных группах 1.1 и 2.1 на 1 и 2 этапах исследования

Таблица 4. Средняя продолжительность жизни мышей на фоне костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома, (M±m)

| Серия экспериментов | Группа | Доза ИИ и циклофосфана | СПЖ (сутки) |
|---------------------|------------|------------------------|-------------|
| I | Контроль 1 | - | - |
| | Опыт 1.1 | 6,5 Гр | 16,3±3,2 |
| | Опыт 1.2 | 7,5Гр | 7,2±0,9 |
| | Опыт 1.3 | 8,0 Гр | 6,8±1,3 |
| II | Контроль 2 | - | - |
| | Опыт 2.1 | 500 мг/кг | 18,5±3,2 |
| | Опыт 2.2 | 750 мг/кг | 6,8±1,3 |
| | Опыт 2.3 | 1000 мг/кг | 5,0±1,1 |

гибель мышей отмечали на 10 сутки после воздействия, а летальность в этих группах составила 20%. К 14 суткам наблюдения летальность мышей увеличилась до 40% в опытной группе 1.1 после воздействия ИИ в дозе 6,5 Гр и 33,3% в опытной группе 2.1 после введения циклофосфана в дозе 500 мг/кг. Максимальная гибель мышей в опытных группах 1.1 и 2.1 была к 30 суткам наблюдения, за этот период летальность составила 60% после воздействия ИИ в дозе 6,5 Гр и 53,3% после введения циклофосфана в дозе 500 мг/кг. Показатели летальности в опытных группах 1.1 и 2.1 статистически значимо отличались при сравнении с 1 и 2 контрольными группами ($p < 0,01$), но между опытными группами 1.1 и 2.1 различий не выявлено (рис.3).

В опытных группах 1.2 и 2.2 на 1 и 2 этапах исследования массовую гибель мышей наблюдали с 6 суток, в этот период летальность в обеих группах составила 46,6%, а на 14 сутки достигла 93,3%. В опытной группе 1.2 после воздействия ИИ в дозе 7,5 Гр отмечали максимальную летальность 93,3% с 14 суток наблюдения, а в опытной группе 2.2. после введения циклофосфана в дозе 750 мг/кг 100% летальность была к 21 суткам наблюдения. В ходе анализа посуточной летальности в опытных группах 1.2 и 2.2 были установлены статистически различия с 1 и 2 контрольными группами ($p < 0,01$), при этом, различий между опытными группами 1.2 и 2.2 установлено не было ($p > 0,05$). Аналогичную высокую летальность наблюдали в результате воздействия ИИ в дозе 8 Гр и после введения циклофосфана в дозе 1000 мг/кг в опытных группах 1.3 и 2.3. В этих группах на 6-е сутки наблюдения летальность составила 66,7% и 80% соответственно, а на 14-е сутки в обеих группах достигла 100%. В опытных группах 1.3 и 2.3 были установлены статистически различия с 1 и 2 контрольными группами ($p < 0,01$), а между группами различий установлено не было ($p > 0,05$) (рис.3).

Средняя продолжительность жизни погибших мышей на фоне костномозговой формы ОЛБ, после воз-

действия ИИ в дозах 6,5–8,0 Гр и острого цитотоксического синдрома, после введения циклофосфана в дозах 500–1000 мг/кг, не имела статистически значимых различий между опытными группами на 1 и 2 этапах исследования (табл. 4).

Таким образом, в результате анализа экспериментальных данных на 1 и 2 этапах исследования не было установлено различий в клиническом течении и показателях летальности при моделировании костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома, что позволяет считать данные экспериментальные модели взаимозаменяемыми.

Заключение

В ходе экспериментального исследования в результате однократного воздействия рентгеновским излучением в дозах 6,5; 7,5 и 8,0 Гр и внутривенном введении циклофосфана в дозах 500, 750 и 1000 мг/кг было установлено выраженное повреждающее действие этих факторов, которое сопровождалось быстрым развитием костномозговой формы ОЛБ и цитотоксическим синдромом, приводящим к высокой летальности мышей.

На фоне костномозговой формы ОЛБ, вследствие однократного рентгеновского облучения в дозе 6,5 Гр и после циклофосфана в дозе 500 мг/кг летальность мышей за 30 суток наблюдения составила 60,0 и 53,3% соответственно. В результате воздействия ИИ в дозах 7,5 и 8 Гр летальность достигала 93,3 и 100%, а после однократного введения циклофосфана в дозах 750 и 1000 мг/кг отмечали 100% летальность мышей. Анализ экспериментальных данных показал отсутствие статистически значимых различий посуточной летальности в опытных группах на 1 и 2 этапах исследования.

Средняя продолжительность жизни погибших мышей после воздействия ИИ в дозах 6,5–8,0 Гр и на фоне

острого цитотоксического синдрома, после введения циклофосфана в дозах 500–1000 мг/кг, также не имела статистически значимых различий в опытных группах на 1 и 2 этапах экспериментального исследования.

Цитотоксический эффект в результате воздействия ИИ и циклофосфана сопровождалась значительной отрицательной динамикой массы тела — более чем в 1,5 раза при сравнении с исходными значениями и более чем в 2 раза при сравнении с контрольными группами.

Тусклый и грязный цвет шерсти, признаки жидкого стула и алопеции, снижении и отсутствие ориентировочно-исследовательских реакций, общей двигательной активности вплоть до потери позы свидетельствовали о цитотоксическом действии ИИ и циклофосфана. Средний показатель общего функционального состояния мышей в опытных группах уже на 6-е сутки интоксикации был в 1,5 раза ниже по сравнению с контрольными группами. Однако, следует отметить, что общее

функциональное состояние мышей в опытных группах после воздействия ИИ в дозе 6,5 Гр и введения циклофосфана в дозе 500 мг/кг имело тенденцию к восстановлению с 14 суток наблюдения.

Таким образом, полученные экспериментальные данные отражают высокое цитотоксическое действие ИИ и циклофосфана при использовании их в указанных дозах. Данные экспериментальные модели можно использовать как для изучения патофизиологических механизмов цитотоксического действия различных повреждающих факторов, так и с целью решения задач по устранению данного эффекта. Отсутствие различий в клиническом течении и показателях летальности костномозговой формы ОЛБ и острого цитотоксического синдрома позволяет считать данные экспериментальные модели взаимозаменяемыми. Они могут быть использованы для изучения молекулярно-клеточных механизмов коррекции острого цитотоксического действия различных повреждающих факторов как *in vivo*, так и *in vitro*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ватутин Н.Т., Склянная Е.В., Эль-Хатиб М.А., Старченко С.В., Макарова М.В. Гепатотоксичность противоопухолевых препаратов: современное состояние проблемы // Российский онкологический журнал. 2016. Т. 21. № 6. С. 325–333.
2. Гендлин Г.Е., Емелина Е.И., Никитин И.Г., Васюк Ю.А. Современный взгляд на кардиотоксичность химиотерапии онкологических заболеваний, включающей антрациклиновые антибиотики // Российский кардиологический журнал. 2017. Т. 143. № 3. С. 145–154.
3. Карнищенко Н.Н. Основы биомоделирования. — М.: «Межакадемическое издательство ВПК», 2004, с.513–5223.
4. Куценко С.А., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. и др. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита. — СПб.: Фолиант, 2004.
5. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М.: Новая волна, 2012. 1216 с
6. Непомнящих Л.М., Лушникова Е.Л., Клиникова М.Г., Молодых О.П. Влияние препаратов с противоопухолевой активностью — доксорубицина и циклофосфана — на структурную реорганизацию миокарда крыс и численность кардиомиоцитов // Сибирский онкологический журнал. 2011. № 4. С. 30–35.
7. Никифоров А.С., Иванов И.М., Свентицкая А.М. и др. Моделирование острого лучевого костномозгового синдрома в эксперименте на мышах // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2017. № 4. С. 66–71.
8. Штиль А.А. Развитие множественной лекарственной устойчивости как срочный ответ клетки на экзогенные воздействия // Биологические мембраны. 2003. Т. 20. С. 236–243.

© Кокая Георгий Николаевич (Kkgeo@yandex.ru), Кокая Анна Александровна (kann1812@yandex.ru),
Зацепин Виктор Викторович (Zatsepin_vv@mail.ru), Мухина Ирина Васильевна (mukchinaiv@mail.ru),
Мавренков Эдуард Михайлович (Ehd-Mavrenkov@ya.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI 10.37882/2223–2966.2023.04.18

ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) КАК МЕТОД БИОИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ASSESSMENT OF MORPHOLOGICAL INDICATORS OF THE STATE OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) AS A METHOD OF BIOINDICATION OF POLLUTION OF TECHNOGENIC TERRITORIES

L. Kubrina

Summary. The article considers the possibility of using scots pine as a bioindicator of pollution of technogenic territories. The features of morphological indicators of the condition of the Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.), such as shrinkage and damage to needles, were studied. It was revealed that the most polluted area is Bogdan Khmel'nitsky Street.

Keywords: bioindication, atmospheric air pollution, scots pine, biological monitoring, technogenic territories.

Кубрина Людмила Васильевна

Омский государственный педагогический университет
kubrina-lyudmila@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования сосны обыкновенной в качестве биоиндикатора загрязнённости техногенных территорий. Были изучены особенности морфологических показателей состояния сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) таких как усыхания и повреждения хвои. Выявлено, что наиболее загрязнённый участок является ул. Богдана Хмельницкого.

Ключевые слова: биоиндикация, загрязнение атмосферного воздуха, сосна обыкновенная, биологический мониторинг, техногенные территории.

Город Омск является городом — миллионником и в нём располагается немало количество крупных производств, это тесно связано с экологической ситуацией, которая в нём складывается. При этом контроль над развитием геохимического фона, вызванным влиянием факторов техногенного характера, развит недостаточно [1,3,7,10].

Ещё в древние века учёные обратили внимание на связь, существующую между обликом растения и условиями их произрастания. В лесной полосе России наиболее подвержены влиянию загрязнения воздуха сосновые леса. Поэтому именно сосна является наиболее существенным индикатором антропогенного загрязнения, который ныне применяется как «эталон биоиндикации».

Данные по морфологическому и анатомическому изменению, а также продолжительности жизни хвои являются в большей степени информативными [2, 4, 9, 11]. В лесных незагрязнённых экосистемах главенствующий участок хвои сосны находится в состоянии нормы и какие-либо повреждения на нём отсутствуют, только несущественная часть хвоинок имеет светло — зелёные пятна и микроскопических размеров некро-

тические вкрапления. В условиях с загрязнённой атмосферой развиваются повреждения, а также в целом падает уровень продолжительности жизни хвои сосны [5,6,8,12].

Сосна выбрана как биоиндикатор не просто так, тому служил ряд причин. Одной из причин является то, что в лесной полосе России наиболее подвержены антропогенному загрязнению именно сосновые леса. Вместе с этим сосна является вечнозелёным деревом, что позволяет отслеживать уровень загрязнения в любое время года [13,14].

Цель работы

Изучить картину загрязнения атмосферного воздуха в г. Омске путём сравнения показателей состояния хвои сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) в разных административных округах города с фоновым участком (р.п. Большеречье).

Методы

Исследования по изучению состояния соснового древостоя проводились на следующих участках:



Рис. 1. Сравнительная оценка состояния хвои (по классам повреждения) на разных участках.

- Участок № 1: р.п. Большеречье (дендропарк);
- Участок № 2: г. Омск, Кировский округ (парк Победы);
- Участок № 3: г. Омск, Советский округ (БУЗОО ГП № 11);
- Участок № 4: г. Омск, Октябрьский округ (ул. Богдана Хмельницкого);
- Участок № 5: г. Омск, Ленинский округ (сквер на площади Серова);
- Участок № 6: г. Омск, Центральный округ (сквер им. 30-летия ВЛКСМ);
- Участок № 7: г. Омск (буферные пруды).

Статистический анализ полученных данных проводился с помощью общепринятых методик и с использованием программы Microsoft Office Excel.

С каждого участка для определения состояния хвои были взяты 3 модели, с которых была собрана хвоя предыдущего года жизни в количестве 100 штук с каждой модели. После чего в ходе визуального осмотра была выявлена степень повреждения хвои по наличию некротических пятен.

Результаты исследования и их обсуждения

Данные о состоянии хвои (по классам повреждения) с исследуемых участков представлены на рисунке 1. Анализируя данные о состоянии хвои (по классам по-

вреждения) можно сделать вывод, что менее всего хвоя повреждена на участке № 1 (р.п. Большеречье — 83,7%). Наибольшее число повреждённых хвоинок было отмечено на участке № 4 (ул. Богдана Хмельницкого — 32,2%).

Данные о состоянии хвои (по классам усыхания) с исследуемых участков представлены на рисунке 2. Из показателей состояния хвои (по классам усыхания) следует, что менее всего хвоя подвержена усыханию на участке № 1 (р.п. Большеречье — 73%). Наибольшее число усохших хвоинок отмечено на участке № 4 (ул. Богдана Хмельницкого — 36%).

На участке был визуально осмотрен сосновый древостой возраста 10–15 лет. Для осмотра были выбраны здоровые деревья, для исключения случайных факторов, например, вредителей (хрущ, сосновая совка и т.д.). На каждом дереве была измерена длина центрального побега между верхними мутовками (т.е. прирост последних лет) и определена средняя величина прироста за последний год на каждом участке.

Данные о величине прироста побегов с исследуемых участков представлены на рисунке 3.

В р.п. Большеречье самый большой прирост наблюдался в 2022 году и составлял в среднем 58,27 см. Наименьший прирост побегов был отмечен в 2019 году и составлял в среднем 32,13 см.



Рис. 2. Сравнительная оценка состояния хвои (по классам усыхания) на разных участках.



Рис. 3. Средние показатели величины прироста побегов на разных участках.

Таблица 1. Коэффициент Стьюдента для разных участков за 2022 год

| Ключевые участки | Р.п. Большеречье | Парк Победы | БУЗОО ГП № 11 | Ул. Богдана Хмельницкого | Сквер на площади Серова | Сквер им. 30-летия ВЛКСМ | Буферные пруды |
|--------------------------|------------------|-------------|---------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| Р.п. Большеречье | | 4,89 | 5,02 | 5,14 | 4,48 | 4,83 | 3,92 |
| Парк Победы | 4,89 | | 0,50 | 0,14 | 0,75 | 0,08 | 1,5 |
| БУЗОО ГП № 11 | 5,02 | 0,50 | | 0,02 | 1,2 | 0,57 | 1,88 |
| Ул. Богдана Хмельницкого | 5,14 | 0,14 | 0,02 | | 1,28 | 0,62 | 1,98 |
| Сквер на площади Серова | 4,48 | 0,75 | 1,2 | 1,28 | | 0,66 | 0,8 |
| Сквер им. 30-летия ВЛКСМ | 4,83 | 0,08 | 0,57 | 0,62 | 0,66 | | 1,41 |
| Буферные пруды | 3,92 | 1,5 | 1,88 | 1,98 | 0,8 | 1,41 | |

Среднегодовой прирост побегов сосны обыкновенной в условиях Парка Победы. По измеренным данным среднегодового прироста модельных деревьев определили, что максимальный среднегодовой прирост отмечен в 2021 году, который на 0,2 см. превосходит данные 2022 года и составляет 34,5 см. Минимальный среднегодовой прирост составил 26,3 см. и наблюдался в 2019 году

Среднегодовой прирост побегов сосны обыкновенной на территории БУЗОО ГП № 11. По измеренным данным среднегодового прироста модельных деревьев определили, что максимальный среднегодовой прирост практически равномерно распределён между 2021 и 2022 годами, в 2022 г. прирост составил 32,2 см., что на 0,1 см. превосходит данные 2021, когда он составлял 32,1 см. Минимальный среднегодовой прирост составил 25,3 см. и наблюдался в 2019 году.

Среднегодовой прирост побегов сосны обыкновенной в условиях ул. Богдана Хмельницкого. По измеренным данным среднегодового прироста модельных деревьев определили, что максимальный среднегодовой прирост составил 32,1 см. и наблюдался в 2022 году, а минимальный 25,3 см. в 2019 году.

Среднегодовой прирост побегов сосны обыкновенной в сквере на площади Серова. По измеренным данным среднегодового прироста модельных деревьев определили, что максимальный среднегодовой прирост составил 37,0 см. в 2022 году, а минимальный 24,3 см. в 2019 году.

Прирост последнего года (2022 г.) по высоте на загрязнённых участках сравнительно ниже, чем на контрольном:

1. Уч. № 1 — Уч. № 2 (прирост ниже на 41,2%);
2. Уч. № 1 — Уч. № 3 (прирост ниже на 44,8%);
3. Уч. № 1 — Уч. № 4 (прирост ниже на 44,9%);
4. Уч. № 1 — Уч. № 5 (прирост ниже на 36,5%);
5. Уч. № 1 — Уч. № 6 (прирост ниже на 40,7%);
6. Уч. № 1 — Уч. № 7 (прирост ниже на 31,9%).

Заключение

Проанализировав данные по состоянию хвои на ключевых участках нужно отметить, что на территории дендропарка (р.п. Большеречье) вычислен наибольший процент класса № 1 как повреждения (83,7%), так и усыхания (73%), следовательно, эта территория

менее всего подвержена антропогенному влиянию. Более подверженной антропогенному влиянию, исходя из этих параметров, можно считать ул. Богдана Хмельницкого, именно там отмечен самый низкий процентный показатель 1-го класса повреждения (32,3%) и усыхания (36%) хвои.

Самая большая разница в приросте последнего года по высоте была выявлена между участками № 1 и № 4

(44,9%) и между участками № 1 и № 3 (44,8%). Следовательно, более загрязненными участками по этому параметру можно считать ул. Богдана Хмельницкого и территорию БУЗОО ГП № 11.

Исходя из всех исследуемых параметров сосны обыкновенной можно сделать вывод, что наиболее подверженной антропогенному влиянию территорией по всем показателям является ул. Богдана Хмельницкого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адайкина Д.Д. Обзор растительных биоиндикаторов. Актуальные вопросы теории и практики развития научных исследований. Сборник статей Международной научно-практической конференции (Уфа, 24 декабря 2019 г.). — Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2019. — С.47–51
2. Батдыев Ю.С., Кулемин А.А. Методика биоиндикации окружающей природной среды // Экологический вестник России. 2001. № 4. — С. 27–29.
3. Биомониторинг состояния окружающей среды: учеб. пособие / под ред. И.С. Белюченко, Е.В. Федоненко, А.В. Смагина. Краснодар: КубГАУ, 2014. — 153 с.
4. Бозшатаева Г.Т., Касымбекова А.И., Оспанова Г.С. Использование биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 12–2. — С. 302–306.
5. Буйволов, Ю.А. Методика оценки жизненного состояния леса по сосне/ Ю.А. Буйволов, М.В. Кравченко, А.С. Боголюбов — Экосистема, 1998. — 25с.
6. Воронцов, А.И. Технология защиты леса / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. — М.: Экология, 1991. — 304 с.
7. Грудева Л.И., Тинникова А.В. Биоиндикация состояния атмосферы на некоторых участках города Абакана // Материалы XIX Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий». Абакан, 2–4 декабря 2015 г. — С. 177–180.
8. Дьяченко Г.И. Мониторинг среды обитания: учеб. — метод. Пособие / Г.И. Дьяченко. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. — 40 с.
9. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов и др. — М.: Центр экологической политики России, 2000. — 68 с.
10. Зорина А.А. Техногенная и широтная изменчивость величины асимметрии Березы повислой и пушистой / А.А. Зорина // Проблемы региональной экологии. 2019. № 1. — С. 21–29.
11. Кубрина Л.В., Бокбаева С.А. Лиственные и хвойные виды древесных растений как биоиндикаторы природной среды города Омска // Безопасность городской среды: Материалы VI Междунар. научн. — практ. конференции / Под общ. ред. Е.Ю. Тюменцевой. Омск, 2019. — С. 408–412.
12. Морфофизиологические особенности хвои у разных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах / Н.В. Пахарькова, Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин [и др.] // Сибирский экологический журнал. 2014. № 1. — С. 107–113.
13. Ряскова К.А., Шмарина Я.Г. Биоиндикация качества атмосферного воздуха урбанизированной территории г. Волгограда по состоянию хвои сосны обыкновенной // SCIENCE TIME. 2016. — № 7 (31). — С. 196–202.
14. Шарапов Н.М., Маслова А.В., Манилюк Т.А. Анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха на территории города Чита // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чита, 2020. — С. 92–97.

© Кубрина Людмила Васильевна (kubrina-lyudmila@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ВОЗДУХА ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА

THE RESEARCH OF MICROBIOLOGICAL DIVERSITY OF THE AIR OF THE CAVE OF TAVRIDA

T. Logadyr
G. Reshetnik
T. Sataieva
A. Sidyakin
G. Samokhin
E. Krutikov
I. Andreev

Summary. For the first time in the Taurida cave, a study was made of the characteristics of microbial communities that form in the conditions of the cave. As part of the study, the total microbial number (TMC) of the air, cultural, morphological and tinctorial properties of isolated bacteria and fungi were studied. Gram-positive bacteria were identified from the colonies grown on nutrient media: rods, cocci, filamentous forms belonging to the putative genera *Sarcina*, *Staphylococcus*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*. There were single colonies of mold fungi of the genera *Aspergillum*, *Penicillium*. These microorganisms are typical for the air of the cave and rocky surfaces. In hard-to-reach places where tourists are prohibited, the maximum growth of anaerobes was revealed. The growth of bacteria of the *Escherichia coli* group was not detected on the Endo medium. Since the Taurida cave was opened in 2018, and the excursion flow is from mid-2022, the anthropogenic pressure on the microbiota is not yet felt. These studies will be continued in order to study the diversity of microorganisms, quantitative composition and species.

Keywords: Taurida cave, anaerobes, total microbial count, washings, nutrient media, research points.

Логадырь Татьяна Алексеевна

К.м.н., доцент, Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского»; ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь
cheretaev1956@mail.ru

Решетник Галина Васильевна

К.б.н., доцент, Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского»; ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь
reshetnikgv@gmail.com

Сатаева Татьяна Павловна

Д.м.н., профессор, Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского»; ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь
tanzcool@mail.ru

Сидякин Андрей Иванович

К.б.н., доцент, Институт биохимических технологий, экологии и фармации ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь
acid2302@mail

Самохин Геннадий Викторович

Старший преподаватель, Институт «Таврическая академия»; ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь
gen-samokhin@yandex.ru

Крутиков Евгений Сергеевич

Д.м.н., профессор, Директор Института «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского»; ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь
nephrostar@yandex.ru

Андреев Илья Игоревич

Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского»; ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь
ilaha_gasanova@mail.ru

Аннотация. Впервые в пещере Таврида было проведено исследование особенностей сообществ микроорганизмов, формирующихся в условиях пещеры. В рамках исследования были изучены общее микробное число (ОМЧ) воздуха, культуральные, морфологические и тинкториальные свойства выделенных бактерий и грибов. Из колоний, выращенных на питательных средах, определены грамположительные бактерии: палочки, кокки, нитевидной формы, относящиеся к предполагаемым родам *Sarcina*, *Staphylococcus*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*.



Пещера Таврида была обнаружена при строительстве федеральной трассы в Белогорском районе республики Крым в 2018 г. Она расположена на северном макросклоне Крымских гор, в междуречье рек Бештерек и Фундуклы (притоки р. Зуи, бассейн р. Салгир), на абсолютной отметке 330 м над уровнем моря и представляет собой крупный горизонтальный лабиринт протяжённостью 1238 м [1,2]. Пещера залегает в эоценовых известняках. С точки зрения генезиса пещера Таврида является реликтовой гипогенной карстовой системой [3,2,4].

Пещеры представляют собой уникальные экосистемы, характерными чертами которых являются отсутствие света, незначительные колебания температуры, высокая влажность, низкое содержание питательных веществ. Они являются геологическими памятниками природы и являются объектами для геологических, инженерно-геологических и геофизических исследований. Однако в пещерах формируются сообщества флоры и фауны, которые приспосабливаются к уникальным условиям жизни. Важным компонентом таких сообществ являются микроорганизмы, к которым относятся бактерии, археи, микроскопические грибы и дрожжи [5,6]. Бактерии в пещерных экосистемах зачастую могут выполнять ключевую роль, отвечая за хемосинтез, преобразуя неорганические вещества [7,8,9,10]. Преобразование и разрушение органических веществ может происходить не только в аэробных, но и анаэробных условиях [11,12].

К изучению пещерной микрофлоры проявляется значительный интерес со стороны учёных, так как микробиология пещер до настоящего времени в полной степени не разработана. Пещера Таврида является уникальным объектом, одним из древнейших на территории Российской Федерации пещерных местонахождений, что вызывает определённый научный интерес для её изучения.

Целью нашей работы явилось изучение экологии микрофлоры пещеры Таврида.

Встречались единичные колонии плесневых грибов родов *Aspergillum*, *Penicillium*. Данные микроорганизмы характерны для воздуха пещеры и скальных поверхностей. В труднодоступных местах, где посещение туристов запрещено, выявлен максимальный рост анаэробов. Рост бактериальной группы кишечной палочки не выявлен на среде Эндо. Так как пещера Таврида открыта в 2018 году, а экскурсионный поток с середины 2022 года, антропогенная нагрузка на микробиоту ещё не ощущается. Данные исследования будут продолжаться с целью изучения разнообразия микроорганизмов, количественного состава и видовой принадлежности.

Ключевые слова: пещера Таврида, анаэробы, общее микробное число, смывы, питательные среды, точка исследования.

Материалы и методы исследования

Особенностью пещеры Таврида является изолированность подземных полостей от проникновения воды и воздуха с поверхности, температура воздуха составляет 12°C, влажность достигает 96–97%, [1,2]. Туристические экскурсии в пещере были открыты в мае 2021 года.

Точки забора проб показаны на плане пещеры [рис.] и были проведены на протяжении всего туристического маршрута от входа до выхода. Для исследования было выбрано 10 точек.

В работе использовались стандартные микробиологические методы. Отбор проб воздуха в изучаемых точках пещеры Таврида проводили седиментационным методом на питательные среды МПА, MRS и Сабуро. Чашки Петри с посевами на среде MRS помещали в анаэростат (газпак).

Обследование стен пещеры проводили методом смывов с применением трафарета 100 см². В пробирках в качестве питательной среды использовали среду Сабуро и МПБ.

Все полученные посевы в течение 2 часов были доставлены в лабораторию кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии Института «Медицинская академия» им. С.И. Георгиевского Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского.

Посевы на чашках Петри с МПА и Сабуро инкубировали в термостате при температуре 37°C в течение 48 часов, чашки Петри с MRS — в течение 4 суток, затем несколько дней при комнатной температуре для изучения наличия пигментации колоний бактерий, грибов и актиномицетов [15].

Образцы смывов со стен пещеры пересевали на следующие среды — МПА, среда Эндо, Сабуро и кровяной агар, для выявления бактерий и грибов [16].

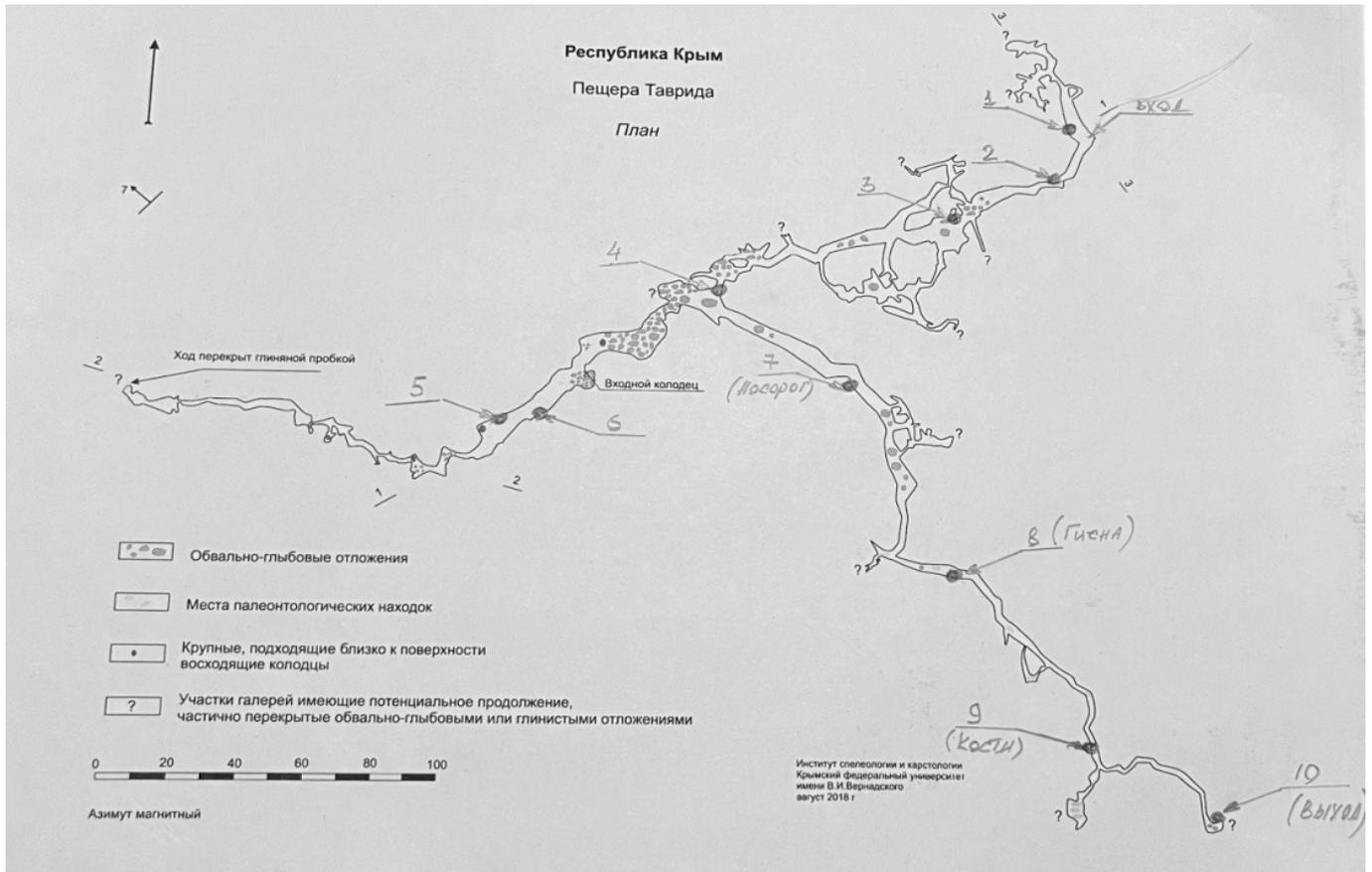


Рис. 1. План пещеры Таврида [составлен Г.В. Самохиным по данным экспедиций Крымского федерального университета, 2018 г.]

Определение общего количества микроорганизмов проводили седиментационным методом, а расчет количества микроорганизмов — по Омелянскому [17].

При описании колоний учитывали следующие признаки: профиль, форма, размер, поверхность, блеск и прозрачность, цвет, край, структура и консистенция [18]. В процессе исследования мазки выросших колоний окрашивали по Граму, которые микрофотографировали при увеличениях от $\times 400$ до $\times 1000$ на микроскопе «Микмед-5».

Результаты и обсуждение

Согласно исследованиям Хижняк [19] микрофлора пещер, особенно бактериальная, до настоящего времени в полной степени не изучена. Исследование микробиоты новой пещеры Таврида проводилось впервые. На данном этапе исследования не ставили задачу идентифицировать выделенные микроорганизмы. В процессе проведения исследовательской работы было определено общее число микроорганизмов, изучены культуральные, морфологические и тинкториальные

свойства выделенных бактерий, микроскопических грибов и актиномицетов.

По данным литературных источников микрофлора пещер не является уникальной по происхождению — это все те же микроорганизмы, обнаруживаемые на дневной поверхности, которые тем или иным способом, в то или иное время попали в пещеры и заселили их [20].

Исследуемая микрофлора пещеры Таврида представлена в незначительном количестве различными представителями бактерий и микромицетов.

Результаты общего микробного числа воздуха (по Омелянскому) исследуемых точек пещеры Таврида представлены в таблице. Учет результатов представлен с посевов плотных питательных сред.

Анализируя полученные результаты, представленные в таблице, следует заметить, что в точках 3 и 5, где исключено присутствие посетителей-туристов, установлено максимальное количество анаэробов. Для дан-

Таблица 1. Общее микробное число воздуха пещеры «Таврида»

| Номер точки отбора пробы | Общее микробное число воздуха, КОЕ/м ³ (по Омелянскому) | | |
|---|---|-------------------------|--------------------------|
| | МПА | Сабуро | MRS |
| Точка 1 — вход в пещеру | Роста нет | 35 КОЕ/м ³ , | 0 |
| Точка 2 | 105 КОЕ/м ³ | 70 КОЕ/м ³ , | 70 КОЕ/м ³ , |
| Точка 3 — «Карман» не посещаемая туристами | 70 КОЕ/м ³ | 0 | 140 КОЕ/м ³ , |
| Точка 4 — Перекрёсток | 70 КОЕ/м ³ | 35 КОЕ/м ³ | Роста нет |
| Точка 5 — галерея (не посещаемая туристами) | Роста нет | 0 | 175 КОЕ/м ³ , |
| Точка 6 — Зал Вернадского | 210 КОЕ/м ³ | 70 КОЕ/м ³ , | 105 КОЕ/м ³ , |
| Точка 7 — «гиена» | 350 КОЕ/м ³ | 70 | 70 КОЕ/м ³ , |
| Точка 8 — «кости» | 105 КОЕ/м ³ | 0 | 90 КОЕ/м ³ , |
| Точка 9 — « кот» | | | 70 |
| Точка 10 — выход | 140 КОЕ/м ³ | 35 | 0 |

ного местоположения характерно нециркулируемость воздуха, чем и объясняется данная осемененность. Не отмечено роста колоний на среде Эндо и кровяном агаре, что совпадает с данными [20] где они указывали, что эти бактерии не обнаруживаются в непосещаемых пещерах.

Максимальный рост колоний на МПА отмечен в месте, где находится чучело гиены. Характер разнообразия колоний и высокое КОЕ/м³ вероятно указывает на остановку посетителей пещеры возле данного экспоната.

В Крыму в пещере «Таврида» впервые на территории Европы найден почти полный череп ископаемой гигантской гиены пахикрокуты [4]. Как пояснили ученые Крымского федерального университета, раньше палеонтологи находили в Европе только фрагменты черепов и отдельные зубы этого хищника. Целый же череп ранее обнаруживали в России, в Забайкалье, и в Китае.

Зал Вернадского (точка исследования № 6) — середина пути туристического маршрута, достаточно просторная, высокая аэрация воздуха и характеризуется достаточно большим микробным числом на всех питательных средах — рост аэробов, анаэробов и микроскопических грибов, что представлено в таблице.

Максимальный рост микромицетов на среде Сабуро характерен для мест (точка 2, 6 и 7), где достаточно высокая проходимость туристов, что может быть результатом занесенной из вне спор микрофлоры.

Данный анализ количественного состава микрофлоры пещеры Таврида проведен впервые. Наши данные совпадают с данными литературных источников, где от-

мечается, что в воздухе могут встречаться до 100 видов сапрофитных микроорганизмов: пигментообразующие бактерии (микрোকки, жёлтая сарцина, факультативные и строгие анаэробы и др.), спорообразующие микробы (дрожжи, плесневые грибы, актиномицеты) [17, 20].

В мазках, окрашенных по Граму, обнаружены грамположительные микроорганизмы: кокки, палочки, нитевидные формы, предположительно микроорганизмы следующих родов *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Sarcina*, *Brevibacterium*, *Bacillus*, *Actinomycetes*, *Staphylococcus*, *Anaerococcus*, *Streptomyces*.

Нами был произведен начальный визуальный осмотр стен пещеры Таврида на обнаружение колоний плесневых грибов. Видимой плесени не обнаружено.

Произведены смывы стен, затем пересеяны на плотные питательные среды. Из выращенных колоний определили микроорганизмы предполагаемых родов *Sarcina*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Actinomycetes*, *Anaerococcus*, *Streptomyces*, *Aspergillum*, *Penicillium*. Иногда встречались колонии с розовой пигментацией, предположительно колонии рода *Citrobacter*.

Считается, что бактерии, обитающие на стенах, представляют собой наименее подверженную антропогенной трансформации часть микробиоты спелеосистем. Чаще всего микробные сообщества, представленные бактериями, актинобактериями и литотрофами, что сопоставимо с нашими данными.

Таким образом, впервые произведен общий анализ обследования микрофлоры воздуха пещеры Таврида. В пробах, отобранных в разных точках туристическо-

го маршрута пещеры, были обнаружены преимущественно грамположительные бактерии, как аэробы, так и анаэробы. Предположительно обнаруженные микроорганизмы можно отнести к родам *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Bacillus*, *Actinomycetes*, *Staphylococcus*, *Anaerococcus*, *Streptomyces*, *Sarcina*. Бациллы в основном представлены видами *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*.

Энтеробактерии отсутствовали во всех образцах, что свидетельствует об отсутствии заметного антропогенного загрязнения пещеры. Распределение микроорганизмов в исследуемых точках пещеры неравномерное.

Помимо сапротрофной микрофлоры были обнаружены в небольшом количестве колонии плесневых грибов родов *Aspergillum*, *Penicillium*. В удаленных и труднодоступных местах количество грибов не выявлено.

При исследовании микрофлоры смывов со стен пещеры, выделены микроорганизмы предполагаемых родов *Sarcina*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Actinomycetes*, *Anaerococcus*, *Streptomyces*, *Aspergillum*, *Penicillium*.

В связи с увеличением туристического потока в пещере Таврида изучение микробиоты как количественного состава, так видовой принадлежности представляет большой научный интерес и будет продолжаться в дальнейшем.

ЛИТЕРАТУРА

- Амеличев Г.Н. Оценка ресурсного потенциала пещеры Таврида (Предгорный Крым) / Г.Н. Амеличев // Геополитика и экогеодинамика регионов. — 2019. — Т. 5 (15). — Вып. 2. — С. 196–213.
- Червяцова О.Я. Минеральные отложения пещеры Таврида (Предгорный Крым) / О.Я. Червяцова и др. // Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. — 2019. — Т. 5 (71). — № 3. — С. 226–255.
- Амеличев Г.Н. Обоснование заповедного статуса карстовых полостей Республики Крым на основе оценки спелеоресурсного потенциала / Г.Н. Амеличев // Вопросы географии. Сб. 147. Спелеология и карстоведение. М.: Издательский дом «Кодекс». — 2018. — С. 363–387.
- Лопатин А.В. Затерянный мир Тавриды: древнейшая ископаемая пещерная фауна в Крыму, «Природа» / А.В. Лопатин // Природа. — 2019. — № 6. — С. 53–61. DOI: <https://doi.org/10.7868/50032874X19060073>.
- Хижняк С.В. Психрофильные и психротолерантные гетеротрофные микроорганизмы карстовых полостей средней Сибири / С.В. Хижняк, И.В. Таушева, А.А. Березикова, Е.В. Нестеренко, Д.Ю. Рогозин // Экология. — 2003. — № 4. — С. 261–266.
- Семиколенных А.А. Микробные сообщества гипсовых пещер и почв карстовых ландшафтов Архангельской области / А.А. Семиколенных, А.Е. Иванова, Т.Г. Добровольская // Почвоведение. — 2004. — № 2. — С. 224–232.
- Кузьмина Л.Ю. Микробиота пещеры Киндерлинская (Южный Урал) / Л.Ю. Кузьмина, Н.Ф. Галимзянова, Ш.Р. Абдуллин, А.С. Рябова // Микробиология. — 2012. — Т. 81. — № 2. — С. 273–281
- Кузьмина Л.Ю. Характеристика новых хитин-деградирующих штаммов *Isocyella* spp. из Новофонской пещеры (Абхазия), продуцирующих термостабильные хитиназы / Л.Ю. Кузьмина, О.Я. Червяцова, Т.Р. Ясакова, В.Р. Сафина, Н.Ф. Галимзянова, А.И. Мелентьева, Г.Э. Актуганова // Микробиология. — 2020. — Т. 89. — № 5. — С. 566–580
- Рябова А.С. Микромицеты в карстовых пещерах / А.С. Рябова, Л.Ю. Кузьмина, Н.Ф. Галимзянова // Экобиотех. — 2021. — Т. 4. — С. 227–233. 10. Галимзянова Н.Ф. Видовой состав микроскопических грибов, образующих видимые колонии в пещере Киндерлинская (Южный Урал) / Н.Ф. Галимзянова, А.С. Рябова, Л.Ю. Кузьмина // Экобиотех. — 2018. — Т. 1. — С. 25–32. DOI:10.31163/2618-964X-2018-1-1-25-32.
- Ferris, F.G. Kinetics of calcite precipitation induced by ureolytic bacteria at 10 to 20 °C in artificial groundwater / F.G. Ferris, V. Phoenix, Y. Fujita, R.W. Smith // *Geochimica et cosmochimica acta*. — 2003. — V. 67, N. 8. — P. 1701–1722.
- Perry T.D., Duckworth O.W., McNamara C.J., Martin S.T., Mitchell R. Effects of the biologically produced polymer alginate on macroscopic and microscopic calcite dissolution rates / T.D. Perry and all. // *Environ Sci Technol*. — 2004. — 38: — 3040–6.
- Прудников С.В. Методы микробиологического исследования наземных, водных и воздушных экосистем / С.В. Прудникова [и др.] // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Биология» — Красноярск: СФУ. — 2007. — 152 с.
- МР 4.2.0220–20. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы санитарно-бактериологического исследования микробной обсемененности объектов внешней среды. Методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 04.12.2020). — М. — 2020.
- Лавренчук, Л.С. Микробиология: практикум / Л.С. Лавренчук, А.А. Ермошин // М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. унт. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. — 2019. — 107 с.
- Егоров Н.С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: учеб. пособие / Под ред. Н.С. Егорова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: изд. МГУ, 1995. — 224 с.
- Хижняк, С.В. Микробные сообщества карстовых пещер Средней Сибири // Автореф. дисс. ... докт. биол. Наук: 03.00.16 / С.В. Хижняк // Краснояр. гос. аграр. ун-т. — Красноярск. — 2009. — 33 с.
- Caumartin V. Review of the microbiology of underground environments // *Bulletin of the National Speleological Society*, 1963, v. 25, p. 1–14.

18. Cacchio, P. Biogenicity and characterization of moonmilk in Grotta Nera (Majella, National park, Abruzzi, Central Italy) / P. Cacchio, G. Ferrini, C. Ercole, M.P. Gallo, A. Lepidi // *Journal of cave and karst studies*. — 2014. — V. 76, N. 2. — P. 88–103
19. Adetutu, E.C. Bacterial community survey of sediments at Naraccorte caves, Australia / E.C. Adetutu, K. Thorpe, E. Shamsavari, S. Bourne, X. Cao, R. Fard, G. Kirby, A.S. Ball // *International journal of speleology*. — 2012. — 41 (2). — P. 137–147.

© Логадырь Татьяна Алексеевна (cheretaev1956@mail.ru), Решетник Галина Васильевна (reshetnikgv@gmail.com),
 Сатаева Татьяна Павловна (tanzcool@mail.ru), Сидякин Андрей Иванович (acid2302@mail),
 Самохин Геннадий Викторович (gen-samokhin@yandex.ru), Крутиков Евгений Сергеевич (nephrostar@yandex.ru),
 Андреев Илья Игоревич (ilaha_gasanova@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ВЫВОД ИНКУБАЦИИ КРЯКВЫ

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE DEGREE OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE HABITAT ON THE HATCHING OF MALLARD INCUBATION

**M. Lomskov
A. Konovalov
E. Makarova**

Summary. Based on own research, the authors analyze and discuss the main factors affecting the hatching of chicks from mallard eggs (*Anas platyrhynchos*) during their incubation in an anthropogenically transformed environment. In the course of the work, it was revealed that the primary importance for the success of the incubation of the model species of goose-like (*Anseriformes*) are: the possibility of genetic exchange (the degree of genetic openness of the group), as well as the impact of selection, in particular artificial, when it comes to zoocultures of a particular species of animals.

Keywords: incubation, hatching, genetic openness, artificial selection.

Ломсков Михаил Александрович

К.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
lomskovma@mail.ru

Коновалов Александр Михайлович

К.с.— х.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
zoolog82@mail.ru

Макарова Елена Александровна

К.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
lelemakarov@mail.ru

Аннотация. На основании собственных исследований авторы анализируют и обсуждают главные факторы, влияющие на вывод птенцов из яиц кряквы (*Anas platyrhynchos*) в ходе их инкубации в условиях антропогенно преобразованной окружающей среды. В ходе проведенных работ было выявлено, что первостепенное значение для успешности вывода инкубации модельного вида гусеобразных (*Anseriformes*) имеют: возможность генетического обмена (степень генетической открытости группы), а также воздействие отбора, в частности искусственного, когда речь идет о зоокультурах того или иного вида животных.

Ключевые слова: инкубация, вывод птенцов, генетическая открытость, искусственный отбор.

К настоящему времени, подавляющее большинство организмов (в первую очередь речь идет о позвоночных) существует в виде зоокультур той или иной степени влияния на них человека. Ведь именно человек в той или иной степени контролирует их жизнедеятельность. Данный контроль выражается, в первую очередь, в создании условий среды, в которой содержат животных. Особенно ярко подобный факт проявляется у породных животных (Лебедев и др., 2014), целенаправленно выведенных для определенных условий содержания и эксплуатации, для содержания которых человек затрачивает огромные количества энергии, в том числе и на обеспечение процесса их размножения.

Ведь достижение стабильно высокого уровня размножения особей при их содержании в условиях различных зоокультур является одной из приоритетных

задач современной зоотехнической практики. В полной мере данный тезис актуален и для птицеводства, в котором одним из главных критериев успешности воспроизводства служит «вывод инкубации» (Кочиш и др., 2007), т.е. процент выведенного молодняка от числа заложённых на инкубацию яиц. Увеличение показателей вывода инкубации является важным аспектом содержания и разведения животных в зоокультурах — всех основных направлений применения.

Цель статьи

Выявить и проанализировать, на примере зоокультуры модельного вида гусеобразных (*Anseriformes*), главные экологические факторы, воздействующие на технологию содержания птиц в различных условиях искусственной среды (*ex situ*), влияющие на результат размножения.

Материалы и методы

В качестве модельного вида была выбрана обыкновенная кряква (*Anas platyrhynchos*). Выбор основан на ее высокой экологической пластичности (Соловьев, 2014) и широком распространении, включая массовое разведение (Габузов и др., 1986). Данный вид, наряду с мандаринкой (*Aix galericulata*) и мускусной уткой (*Cairina moschata*), в полной мере одомашнен (Лебедев, 2014).

Исследование инкубации кряквы в разных условиях трансформированной среды обитания проводили на базе четырех модельных сред (естественные условия, зоопарк, охотничье хозяйство и частная ферма), отличающихся степенью открытости. «Степень открытости», в нашей трактовке, это возможность потенциального привнесения в зоокультуру нового генетического материала от свободноживущих и (или) летных особей утиных птиц коллекции. Краткие характеристики каждой из сред приведены ниже.

Первая модельная среда (среда 1) — это естественные условия обитания, практически не затронутые деятельностью человека. Популяции, обитающие в таких условиях, полностью открыты для обмена генетической информацией внутри своего вида. Контакты между особями, в том числе для спаривания, происходят естественным путем.

Вторая модельная среда (среда 2) — рассмотрена на примере водоемов Московского зоопарка. Территория зоопарка располагается в непосредственной близости от центра города. Площадь водного зеркала четырех прудов составляет 2,5 Га. На территории прудов применяется единый общий метод содержания, основанный на зоогигиенических принципах, применяемых в большинстве зоопарков страны. На них содержат порядка 60 видов и подвидов гусеобразных, часть которых лётная, а часть — с купированными крыльями. Вид кряква относится к лётной группе коллекции. Следует учитывать высокую возможность гибридизации между утками разных видов (Остапенко В.А., Скуратов Н.И., 2015), что периодически и происходит. Содержание на пруду лётной группы делает данный водоем системой относительно открытой для обмена генетической информацией, т.к. возможен и происходит контакт с дикими птицами.

Третья модельная среда (среда 3): охотничье хозяйство, расположенное в Волоколамском районе Московской области на расстоянии примерно 160 км от столицы. Окрестности фермы представляют собой территорию, характерную для обитания кряквы, что является важным фактором для применения использу-

емой в хозяйстве открытой технологии. Крякв разводят для выпуска в охотничье хозяйство в качестве объекта охоты. Открытая технология пришла на смену использовавшейся ранее закрытой технологии, при которой уток содержали в водоемах, закрытых сверху сеткой. После проведенных изменений уток маточного стада содержат в вольерах со снимаемой сетчатой крышей, расположенных по берегу небольшого (площадь 0,3 Га) искусственного пруда. При содержании используют общепринятые зоогигиенические технологии (см., например, Остапенко, Бессарабов, 2014).

Последняя модельная среда (среда 4) представляет собой частную ферму, находящуюся в Красногорском районе Подмосковья, на расстоянии порядка 70 км от Москвы. Птиц круглогодично содержат вне водоема, в полностью закрытых вольерах с купочными канавками.

Такую технологию содержания можно отнести к среде закрытого типа, ввиду того что у содержащихся уток отсутствуют любые контакты с дикими птицами. При содержании используют общепринятые зоогигиенические принципы.

Инкубацию в условиях охотничьего хозяйства и дичефермы проводили в инкубаторах фирмы Grumbach (Германия) по общепринятым и отработанным методам (Габузов и др., 1986).

Данные, полученные при исследовании, были подвергнуты статистической обработке. Анализ с использованием основных параметров описательной статистики выполнен в программе Microsoft Excel. Средние величины приведены как $x \pm$ ошибка среднего, различия принимались достоверными при $P < 0,05$. При сравнении результатов для определения критериев достоверности различий по Стьюденту использовали функцию «ТТЕСТ» программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Данные об успешности насиживания кряквы в естественной среде или в среде 1 (условия заповедника, расположенного на севере европейской территории Российской Федерации) представлены в таблице 1.

Ниже представлены табличные материалы (см. таблицы 2, 3, 4) по результатам инкубации кряквы в условиях зоопарка, в охотничьем хозяйстве (при использовании двух технологий содержания особей) и в условиях частной дичеразводной фермы.

Как видно из приведенных таблиц, успешнее всего инкубация кряквы протекает в естественных условиях

Таблица 1. Выводимость яиц кряквы в естественных условиях

| Кол-во обследованных гнезд, шт. | Отложено яиц, шт. | Средняя кладка, яиц | Выведено птенцов, шт. | Среднее кол-во птенцов в выводке, шт. | Успешность инкубации, % |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| 14 | 115 | 8,21±0,4 | 102 | 7,28± 0,28 | 89,65± 0,02 |

Таблица 2. Инкубация яиц кряквы при ее содержании в условиях зоопарка

| Кол-во яиц, заложенных в инкубатор, шт. | Кол-во вылупившихся птенцов, гол. | Кол-во погибших эмбрионов, шт. | Вывод, % |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|
| 162 | 83 | 79 | 51,23±0,039 |

Таблица 3. Инкубация яиц кряквы при ее содержании в условиях охотничьего хозяйства

| Технология содержания | Кол-во яиц, заложенных в инкубатор, шт. | Кол-во вылупившихся птенцов, гол. | Кол-во погибших эмбрионов, шт. | Вывод, % |
|-----------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|
| закрытая | 234 | 127 | 107 | 54,27±0,032 |
| открытая | 216 | 157 | 59 | 72,68±0,03 |

Таблица 4. Инкубация яиц кряквы при ее содержании в условиях частной фермы

| Кол-во яиц, заложенных в инкубатор, шт. | Кол-во вылупившихся птенцов, гол. | Кол-во погибших эмбрионов, шт. | Вывод, % |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|
| 63 | 25 | 38 | 39,68±0,062 |

Таблица 5. Гибель эмбрионов при искусственной инкубации

| Виды модельных сред | Кол-во яиц, заложенных в инкубатор, шт. | Погибло эмбрионов, % |
|-------------------------------|---|----------------------|
| Среда 2 | 162 | 48,76 |
| Среда 3 (закрытая технология) | 234 | 45,72 |
| Среда 3 (открытая технология) | 216 | 27,31 |
| Среда 4 | 126 | 60,31 |

(Среда 1). Результаты инкубации в условиях зоопарка (Среда 2) и крупного охотничьего хозяйства (Среда 3) при закрытой технологии содержания сопоставимы и различия между ними статистически недостоверны ($P > 0,05$).

При смене закрытой технологии на открытую (на прудах снимают сетчатую крышу, позволяя залезать диким селезням) в Среде 3 успешность выводимости кряквы увеличивается почти на 20% (различия статистически достоверны при $P < 0,05$). Минимальная успешность инкубации кряквы была зафиксирована в частном хозяйстве (Среда 4).

Сопоставление процентного соотношения гибели эмбрионов во время инкубации (при различных условиях содержания в искусственных средах и различных используемых технологий содержания) представлено в таблице 5.

Из данных, приведенных в таблице 5 видно, что наименьший процент (порядка 30%) гибели эмбрионов кряквы при содержании особей в условиях *ex situ* был зафиксирован в условиях охотничьего хозяйства при использовании открытой технологии. Максимальная же доля погибших эмбрионов (60%) была зафиксирована в условиях частного охотничьего хозяйства

(Среда 4), когда птиц круглогодично содержат в полностью закрытых вольерах, исключая, таким образом, любую возможность контакта птиц из данной коллекции с другими особями своего вида.

Сопоставимые значения гибели эмбрионов (чуть меньше 50%) были получены при содержании в зоопарке (Среда 2) и среде охотничьего хозяйства при использовании открытой технологии, которая в значительной степени сходна с методами содержания водоплавающих птиц в условиях зоопарков.

После сравнительного анализа различных используемых на данный момент технологий содержания водоплавающих птиц (на примере зоопарка и частного охотничьего хозяйства) было выявлено два основных фактора, в конечном итоге, напрямую влияющих на успех размножения гусеобразных.

Первый из них это генетическая степень открытости группы, т.е. возможность привнесения в зоокультуру новых сочетаний генов извне (от свободноживущих (диких) и/или летных особей птиц самой коллекции). Для этого можно использовать открытую технологию содержания. Суть данной технологии, используемой в некоторых охотничьих хозяйствах, заключается в том, что в сезон размножения самок маточного стада (крылья у них купированы) выпускают на частично открытый водоем, расположенный на территории дичеразводной фермы. Делают это для того, чтобы их могли оплодотворять дикие селезни, прилетающие на пруд, т.к. данный искусственный водоем, как и само хозяйство, находятся, в местности, характерной для обитания свободноживущих крякв. Таким образом в группу привносятся новые сочетания генов от «дикарей», что, в том числе, и положительно сказывается на увеличении выводимости птенцов, которая по данным проведенных исследований, выросла почти на 20%.

Кроме того, на наш взгляд, помимо технологий содержания существенное значение имеет состояние крыльев, которые могут быть как купированными, так и сохранять естественное состояние. Так, при содержании птиц в искусственных условиях высокий потенциал размножения группы сохраняется при наличии у особей коллекции способности к полету. Особенно данная составляющая важна при содержании, тех же гусеобразных, на открытых водоемах, что практикуется в настоящее время в большинстве зоопарков (Остапенко, Бессарабов, 2014). Ведь при сохранении способности к полету, птицы коллекции имеют потенциальную возможность контактировать со свободноживущими особями, обитающими вне территорий зоопарков и подобных природоохранных комплексов.

В подтверждение данной гипотезы говорит тот факт, что в проведенных исследованиях по изучению инкубации кряквы, успешность выводимости снижалась пропорционально увеличению изолированности технологии содержания. Так, минимальные показатели успеха инкубации (39%) были отмечены в частном хозяйстве, где уток круглогодично содержат в полностью закрытых сетчатых загонах, исключая тем самым возможность контакта с «дикарями».

Второй ключевой составляющей, значение которой не до конца учитывают при создании и поддержании зоокультур является естественный отбор. Его действие в искусственно созданных группах сведено на нет и заменено искусственным отбором, как методическим, так, порой, и бессознательным, но в любом случае, иницируемом человеком (Лебедев, 2018). Выводы о важности действия естественного отбора можно сделать при сравнении данных выводимости птенцов в дикой природе и в условиях неволи (см. таблица 1–4).

Действие естественного отбора направлено на элиминирование особей, в полной мере не приспособленных к существующим условиям среды (Lebedev et al, 2020), а, следовательно, и к их исключению из размножения. При содержании же животных в искусственной среде условия (зоогигиенические, ветеринарные, зоотехнические и др.) создаются и поддерживаются человеком в рамках используемой технологии. При этом шанс передать свои гены потомству получает большее (в процентном соотношении) количество особей коллекции. Однако, их наследственные качества и признаки имеют ряд отклонений от нормы, ввиду того что данные организмы не прошли «сито естественного отбора». На наличие таких отклонений (дефектов) указывает низкий, по сравнению с данными из дикой природы, процент выводимости и значительная доля неоплодотворенных яиц у птиц, содержащихся в условиях *ex situ*. Одним из возможных способов решения проблемы сравнительно низкой успешности выводимости яиц в условиях неволи является проведение отбора производителей. Особенно актуальна данная мера для малочисленных групп, содержащихся, например, в условиях зоопарков. Ведь именно в коллекциях, состоящих из ограниченного числа особей, возникают проблемы инбридинга (Тейлор и др., 2005), приводящие в конечном итоге к генетическому вырождению группы. Также одним из действенных методов является использование открытой технологии содержания птиц, что используют, в частности, на водоемах большинства зоопарков. Другой вариант, использовавшийся, например, на дичеразводной ферме в п. Лотошино, заключался в выпуске самок маточного стада на частично открытый пруд, на который прилетали оплодотворять их дикие селезни, привнося в зоокультуру новый генетический материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Габузов, О.С. Искусственное разведение кряквы. Методические рекомендации. / О.С. Габузов, В.С. Иванова, В.Р. Нанос, В.П. Юрченко, К.А. Ермакова В.М. Валькович, Н.Н. Трошкина, С.Ю. Фокин. — М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1986. — 91 с.
2. Lebedev I.G, Pimenov NV, Lomskov MA, Konvalov AM and Ivannikova R F 2020
3. Domestic animals and modern Zoological systematics / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548 042024
4. Лебедев, И.Г. Учение о породе как часть теории зоокультур: Учебное пособие. / И.Г. Лебедев — М.: ФГБОУ ВПО «МГАВМиБ» имени К.И. Скрябина, 2014. — 448 с.
5. Лебедев И.Г. Дикие и домашние животные в антропогенной среде: Монография. М.: ФГБОУ ВО «МГАВМиБ» имени К.И. Скрябина, 2018, 454 с.
6. Лебедев, И.Г., Габузов, О.С., Алпатов, В.В. Основы теории зоокультур: Учебное пособие / под ред. академика Ф.И. Василевича. — М.: ФГБОУ ВПО «МГАВМиБ» им. К.И. Скрябина, 2014. — 290 с.
7. Остапенко, В.А., Скуратов Н.И. Гибридизация гусеобразных в зоопарках и питомниках // «Птицы: содержание, разведение, ветеринария» / Мат. четвертой научно-практической конференции. Парк птиц «Воробьи», ЕАРАЗА. Вып. 4. — РПК «Полиграфик», 2015. — С. 55–60.
8. Соловьев, А.Н. Зимовки кряквы — *Anas platyrhynchos* (Anatidae, Aves) в естественных и антропогенных условиях востока Русской равнины // Поволжский экологический журнал. № 2, 2014. — С. 271–283.
9. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология: В 3-х т. Т. 3: Пер. с англ./ Под. ред. Р. Сопера- 3-е изд., — М.: Мир, 2005. — 451 с.
10. Кочиш, И.И. Птицеводство / И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. Под. ред. И.И. Кочиша — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: КолосС, 2007. — 414 с.

© Ломсков Михаил Александрович (lomskovma@mail.ru),

Коновалов Александр Михайлович (zoolog82@mail.ru), Макарова Елена Александровна (lelemakarov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина

DOI 10.37882/2223–2966.2023.04.30

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОПЫТНЫХ-ДЕНДРОФАГОВ НА СОСТОЯНИЕ ПОДРОСТА ЦЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ТЕРРИТОРИИ ООИР «ФАУНА» ХАСАНСКОГО РАЙОНА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF UNGULATES-DENDROPHAGES ON THE STATE OF UNDERGROWTH OF VALUABLE TREE SPECIES ON THE TERRITORY OF THE ODIR "FAUNA" OF THE KHASANSKY DISTRICT OF PRIMORSKY KRAI

N. Rozlomiy
S. Berseneva
A. Belov
A. Kolyada
A. Kostyrko

Summary. The relevance of the topic — the negative impact of ungulates on the undergrowth of the most valuable tree species in recent years has increasingly attracted the attention of biologists and ecologists. Goal — to assess the influence of ungulates-dendrophages on the state of undergrowth of valuable tree species on the territory of the ODIR "Fauna" of the Khasansky district of Primorsky Krai.

Research methods — assessment of the degree of damage to the undergrowth of valuable tree species was carried out at 20 accounting sites, the length of accounting routes for counting defecations of wild ungulates ranged from 300 to 1600 meters. During the spring accounting works of 2019–2020, 44.47 km of accounting routes were completed. Wild hoofed animals of roe deer and deer were counted on the allocated 3 blocks of the Kraskinsky forestry.

The results of the work and discussion — on the territory of the studied farm, the species composition of ungulates-dendrophages, represented by two species: spotted deer (*Cervus nipponhortulorum* Swinhoe, 1864) and roe deer (*Capreolus pegarcusbedfordi* Thomas, 1908).

Their main habitats are mountain oak forests (dry), mountain hazel oak forests (wet) and shrub-grass oak forests (fresh). In all the studied species of woody plants in the undergrowth, there is an increase in the height of damaged shoots at the age of 8–10 years, and then, from the age of 11, there is a decrease in the height of damaged shoots, which is explained by their lignification and accessibility to biting. Ungulates-dendrophages damage up to 70% of undergrowth and young. In order to minimize the damage caused to forest ecosystems, it is necessary to organize feeding grounds at a distance remote from sites with a reliable forest.

Розломий Наталья Геннадьевна

Кандидат биологических наук, доцент, Институт лесного и лесопаркового хозяйства, Приморская государственная сельскохозяйственная академия (ПГСХА), г. Уссурийск
 boss.shino@mail.ru

Берсенева Светлана Анатольевна

Кандидат биологических наук, доцент, директор Центра инклюзивного образования Ректората ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург
 svshatal@mail.ru

Белов Александр Никитович

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Институт наук о жизни и биомедицины (Школа), Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), г. Владивосток
 belov_an13@mail.ru

Коляда Александр Степанович

Кандидат биологических наук, Институт землеустройства и агротехнологий, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск
 a.s.pinus@mail.ru

Костырко Анна Николаевна

Магистрант, Институт лесного и лесопаркового хозяйства, Приморская государственная сельскохозяйственная академия (ПГСХА), Уссурийск
 anna_vasilenko00@list.ru

Аннотация. Актуальность — негативное влияние копытных на подрост наиболее ценных древесных пород в последние годы стало все больше привлекать внимание биологов и экологов. Цель — провести оценку влияния копытных-дендрофагов на состояние подростка ценных древесных пород на территории ООИР «Фауна» Хасанского района Приморского края. Методы исследования — оценка степени повреждения подростка ценных древесных пород осуществлялась на 20 учетных площадках, протяженность учетных маршрутов по подсчету дефекаций диких копытных животных составила от 300 до 1600 метров. В период весенних учетных работ 2019–2020 гг. было пройдено 44,47 км учетных маршрутов. На выделенных 3 кварталах Краскинского лесничества вели подсчет диких копытных животных косули и оленя.

Результаты работы — на территории исследуемого хозяйства установлен видовой состав копытных-дендрофагов, представленный двумя видами: пятнистым оленем (*Cervus nipponhortulorum* Swinhoe, 1864) и косулей (*Capreolus pegarcusbedfordi* Thomas, 1908). Основными местами их оби-

Keywords: Primorsky Krai, Khasansky district, forest ecosystem, ungulates-dendrophages, undergrowth, damage.

Введение

Негативное влияние диких копытных животных на состояние лесных экосистем Приморского края отмечается на протяжении нескольких десятилетий многими биологами-охотоведами, которые не только изучали данную проблему, но и разрабатывали пути минимизации наносимого животными ущерба и рекомендации по оптимизации численности копытных животных [3, 7, 9, 10]. Комплексных исследований в этом направлении на территории Хасанского района Приморского края не проводилось, чем вызвана актуальность и направление работы.

Цель исследования — провести оценку влияния копытных-дендрофагов на состояние подроста ценных древесных пород на территории ОООиР «Фауна» Хасанского района Приморского края.

Объект и методика исследования. Территория ОО-ОиР «Фауна» полностью расположена на юго-западе Приморского края в Хасанском районе и представлена 2 участками.

Общая площадь угодий хозяйства, согласно договору об охотпользовании, заключенного между Департаментом природопользования Администрации Приморского края и Управлением природных ресурсов Приморского края, составляет 32900 га (рисунок 1).

Учет повреждаемости подроста и молодняка проводился по существующим разработанным методикам [1, 2, 4]. При этом, в каждом квартале и выделе на маршрутной линии было заложено по 20 учетных площадок размером 2×2 м (рисунок 2).

Протяженность каждой маршрутной линии по подсчету дефекаций копытных животных составляла от 300 до 1600 метров. В период весенних учетных работ 2019–2021 гг. пройдено 44,47 км учетных маршрутов.

тания являются дубняки леспедцевого горные (сухие), дубняки лещинные горные (влажные) и дубняки кустарниково-разнотравные (свежие). У всех исследованных видов древесных растений в составе подроста наблюдается увеличение высоты поврежденных побегов в возрасте 8–10 лет, а затем, с 11 лет идет уменьшение высоты поврежденных побегов, что объясняется их одревеснением и доступностью к обкусыванию. Копытные-дендрофаги повреждают до 70% подроста и молодняка. С целью минимизации ущерба, наносимого лесным экосистемам, необходимо организовывать подкормочные площадки на отдаленном от участков с благонадежным подростом расстоянии.

Ключевые слова: Приморский край, Хасанский район, лесная экосистема, копытные-дендрофаги, подрост, повреждения.

Согласно классификации по степени повреждения веточек и коры древесных растений, предложенной Залесовым С.В. [5] нами при учете подроста на учетных площадках все отдельные экземпляры были разделены на 4 группы: не поврежденные (0–5% повреждения), слабоповрежденные (5–25% повреждения), сильно поврежденные (26–75% повреждения) и сухие. К слабоповрежденным нами отнесены экземпляры с целой вершиной, побегами, объединенные менее чем на 50%. Такие экземпляры имеют погрызы на 75% окружности ствола.

В полевой сезон проведены измерения диаметра стволов у шейки корня и высота неповрежденного и сильно поврежденного подроста у 1208 экземпляров (рисунок 3).

Результаты и их обсуждение

Согласно проведенным исследованиям установлено, что к группе копытных-дендрофагов принадлежат два вида: пятнистый олень (*Cervus nipponhortulorum* Swinhoe, 1864) и косуля (*Capreolus pegarcusbedfordi* Thomas, 1908) [8, 9]. Процессы жизнедеятельности и следы представителей вышеуказанных видов были зафиксированы в дубняках леспедцевых горных (сухих) — 113 га, дубняках лещинных горных (влажных) — 112,8 га, дубняках кустарниково-разнотравных (свежих) — 113,3 га. В зимний период на исследуемой территории в качестве доминантного вида отмечен пятнистый олень. При этом, косуля распространена в угодьях относительно равномерно [2].

Очень низкая доля молодых насаждений древесно-кустарниковой флоры на территории ОООиР «Фауна» указывает на основную кормовую базу копытных в зимний период, которая представлена подростом лиственных пород. В то же время, нами установлено, что доля насаждений с подростом более 2 тыс. шт./га в дубняках леспедцевых и лещинных является относитель-



Рис. 1. Карта-схема охотничьих угодий ООиР «Фауна»

но небольшой, при этом подрост приурочен к полянам среди спелого древостоя и имеет преимущественно куртинный характер.

Подсчет количества подроста в различных типах леса на территории ООиР «Фауна» представлен в таблице 1.

Согласно данным таблицы установлено, что в условиях дубняка леспедецевого всего лишь 14,2% спелых и перестойных дубовых насаждений, которых на долю подроста приходится более 2 тыс. шт/га.

В целом, на 56,9% площади территории ООиР «Фауна» (Краскинское лесничество) в спелых и перестойных дубняках этого типа леса отмечено отсутствие подроста, что напрямую связано с постоянными низовыми пожарами. Аналогичные последствия пожаров можно наблюдать в дубняке лещинном и кустарниково-разнотравном. Незначительное количество подроста в указанных типах леса составляет 66,6 и 79% соответственно.

В ходе исследований нами отмечено, что в дубняках елеспедцевом и лещинном доминирует дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fissch. ex Ledeb.), на его долю приходится 55% и 27,6% подроста соответственно. Указанные типы леса характеризуются полнотой 0,4, дуб монгольский на данных участках имеет один и тот же возраст.

Подрост ясеня маньчжурского (*Fraxinus mandshurica* Rupr) в количестве 1–2 тыс. шт./га в дубняке леспедецевом горном встречается только на 20,9% территории. В остальных типах леса такое соотношение составляет — 26,3% и 12,6 соответственно, площади под дубняком кустарниково-разнотравного с количеством подроста более 2 тыс. шт./га составляют 74,6%. Подрост ореха маньчжурского (*Uglans mandshurica* Maxim.) в количестве более 2 тыс. шт./га обнаружен только в дубняке кустарниково-разнотравном, что составляет 43,3% от общей площади территории.

Анализ возрастной структуры подроста на территории части выделов позволил установить, что по основ-

Таблица 1. Количество подроста в различных типах лесорастительных условий на территории ООиР «Фауна», га/%

| Полнота древос- стоя | Дм | | | Ям | | | Ор | | | Подроста нет | Всего |
|--|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|-----------|-----------|-----------------|-----------|
| | Количество подроста тыс.шт/га | | | | | | | | | | |
| | До1 | 1–2 | более 2 | до 1 | 1–2 | более 2 | до1 | 1–2 | более 2 | | |
| Дубняк леспедецевый горный | | | | | | | | | | | |
| 0,4 | - | 15,8/55 | 0,3/1,0 | - | 1,5/5,2 | - | - | - | - | 11,1/38,7 | 28,7/100 |
| 0,6 | | 2/0,8 | 32,9/13,2 | | 10,9/15,7 | | | 9,9/14,4 | | 13,0/18,9 | 68,7/100 |
| Дубняк лещинный горный (влажный) | | | | | | | | | | | |
| 0,6 | - | 2/0,9 | 56,2/26,7 | 17,2/8,3 | 2,2/1,0 | 1,9/1,4 | - | 9,9/4,8 | - | 118,8/57,1 | 208,2/100 |
| 0,7 | - | - | 36,2/18,2 | 72,6/36,6 | 50,2/25,3 | 10,9/5,5 | - | 9,9/5,0 | - | 18,8/9,5 | 198,6/100 |
| Дубняк кустарниково-разнотравный (свежий) | | | | | | | | | | | |
| 0,4 | | | 11,5/12,6 | | | 45,7/49,8 | | | 34,6/37,7 | | 91,8/100 |
| 0,5 | 34,7/10,5 | - | - | 56,7/17,2 | | - | - | - | - | 238,7/72,3 | 330,1/100 |
| 0,6 | | 69,3/19,3 | 56,2/15,6 | | 45,2/12,6 | 89,2/24,8 | | 54,4/15,1 | 21,5/5,6 | 24/6,7 | 359,8/100 |

Примечание: Дм — дуб монгольский, Ям — ясеня маньчжурский, Ор — орех маньчжурский.



Рис. 2. Куртина мелкого подроста дуба монгольского, ясеня маньчжурского и ореха маньчжурского

Таблица 2. Количество поврежденного подроста в возрасте 8–15 лет на территории ООИР «Фауна»

| Квартал-выдел | Порода | Плотность населения копытных, шт. на 1000 га | Количество подроста по степеням повреждения | | | | | | | | |
|---------------|--------|--|---|------|--------------------|------|---------------------|------|-------|-----|--------------|
| | | | Неповрежденные | | Слабо поврежденные | | Сильно поврежденные | | Сухие | | Всего, шт/га |
| 4–11 | Дм | 3,6 | 23 | 32 | 35 | 51 | 14 | 17 | - | - | |
| 4–11 | Ям | 1,5 | 17 | 43,6 | 14 | 35,9 | 8 | 20,5 | - | - | 39 |
| 4–11 | Ор | 4,0 | 43 | 50 | 27 | 31 | 17 | 19 | - | - | 87 |
| 5–8 | Дм | 6,0 | 58 | 35,8 | 64 | 39,5 | 35 | 21,6 | 5 | 3,1 | 162 |
| 5–8 | Ям | 5,3 | 49 | 40,5 | 47 | 38,8 | 25 | 20,7 | - | - | 121 |
| 5–8 | Ор | 7,2 | 34 | 30,4 | 32 | 28,6 | 46 | 41,1 | - | - | 112 |
| 6–10 | Дм | 2,0 | 113 | 57,6 | 34 | 17,4 | 49 | 25 | - | - | 196 |
| 6–10 | Ям | 4,5 | 67 | 29,5 | 58 | 25,6 | 86 | 37,9 | 16 | 7 | 227 |
| 6–10 | Ор | 5,0 | 61 | 31,8 | 48 | 25 | 83 | 43,2 | - | - | 192 |

Таблица 3. Высота неповрежденных экземпляров и высота повреждения побегов подроста дуба монгольского (числитель — среднее значение (ошибка среднего), знаменатель — минимальное и максимальное значения)

| Возраст, лет | Высота неповрежденных экземпляров, м | Высота поврежденных побегов, м | | |
|--------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|
| | | Главного (осевого) | Боковых | |
| | | | Нижняя граница | Верхняя граница |
| 8 | 0,84 (+0,09) | 0,81 (+0,03) | 0,54 (+0,02) | 0,70 (+0,03) |
| | 0,7–1,78 | 0,54–1,30 | 0,15–0,70 | 0,5–1,1 |
| 9 | 0,88 (+0,06) | 0,85 (+0,04) | 0,59 (+0,03) | 0,74 (+0,03) |
| | 0,7–1,75 | 0,70–1,35 | 0,55–0,75 | 0,65–1,15 |
| 10 | 0,95 (+0,06) | 0,88 (+0,04) | 0,59 (+0,03) | 0,74 (+0,03) |
| | 0,85–1,88 | 0,75–1,40 | 0,55–0,75 | 0,65–1,15 |
| 11 | 0,98 (+0,06) | 0,68 (+0,04) | 0,64 (+0,03) | 0,74 (+0,03) |
| | 0,90–1,88 | 0,55–1,10 | 0,57–0,61 | 0,75–1,10 |
| 12 | 0,88 (+0,06) | 0,71 (+0,04) | 0,66 (+0,03) | 0,73 (+0,03) |
| | 0,90–1,78 | 0,65–0,91 | 0,59–0,68 | 0,71–1,10 |
| 13 | 0,92 (+0,06) | 0,72 (+0,04) | 0,62 (+0,04) | 0,72 (+0,04) |
| | 0,90–1,64 | 0,65–1,05 | 0,57–0,71 | 0,70–1,10 |
| 14 | 0,94 (+0,06) | 0,66 (+0,04) | 0,62 (+0,04) | 0,72 (+0,04) |
| | 0,91–1,63 | 0,62–0,93 | 0,57–0,71 | 0,70–1,10 |
| 15 | 0,94 (+0,06) | 0,60 (+0,04) | 0,56 (+0,04) | 0,76 (+0,04) |
| | 0,89–1,53 | 0,58–0,83 | 0,52–0,61 | 0,71–1,15 |

ным маршрутам перемещения животных произрастает подрост в возрасте от 8 до 15 лет.

Согласно данным маршрутных наблюдений нами рассчитана плотность населения оленя пятнистого, которая варьировала от 0 до 15 особей на 1000 га, при среднем значении 3,6 особи на 1000 га.

В ходе исследований проведен анализ степени повреждения подроста в возрасте 8–15 лет (таблица 2).

В ходе проведенного анализа установлено, что доля экземпляров подроста не поврежденных оленем варьирует от 0 до 100% от общего количества. Доля экземпляров подроста, которым копытные нанесли

слабые повреждения (в основном это молодые побеги на высоте 30–70 см), лишь на одном участке достигала 33,3%. Особо следует отметить, что повреждения, наносимые копытными животными, напрямую зависят от высоты подроста (таблица 3).

Так, например, у мелкого подроста дуба монгольского копытные обычно скусывают только верхушечный побег. В следствие того, что неповрежденные экземпляры подроста дуба, ясеня и ореха в возрасте с 8 до 15 лет имеют высоту 1,88 м, повреждения являются незначительными. Различия в высоте между не поврежденными и сильно поврежденными ярко проявляется у подроста в возрасте старше 10 лет. Нижняя граница повреждения боковых побегов составляет от 0,25 до 0,62 м, верхняя не превышает 1,40 м.

У всех исследованных видов древесных растений в составе подроста наблюдается увеличение высоты поврежденных побегов в возрасте 8–10 лет, а затем с 11 лет идет уменьшение высоты поврежденных побе-

гов, что объясняется одревеснением побегов, которые копытные могут обкусывать.

Неоднократное объедание верхушечных побегов подроста приводит к кущению, вследствие чего не формируются прямоствольные деревья и кустарники [6, 7].

Заключение

Согласно проведенным исследованиям на территории ОООиР «Фауна» Хасанского района Приморского края установлено, что копытные-дендрофаги повреждают до 70% подроста и молодняка ценных древесных пород. Для минимизации ущерба лесным экосистемам необходимо организовывать подкормочные площадки, расположенные на большом расстоянии от участков с благонадежным подростом и усилить охрану лесной территории от пожаров на землях охотугодий ОООиР «Фауна», а в дальнейшем этот опыт перенести на все охотхозяйства Приморского края.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев Ю.М. и др. Экологическое состояние зеленых насаждений // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 7. С. 114–118.
2. Басарыгина Е.М., Лицингер О.Г., Путилова Т.А. Измерительная система фитомониторинга // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1141–1146.
3. Белов Л.А. Влияние косули на естественное и искусственное лесовосстановление Джабык-Карагайского бора: автореф. дис. ... канд. с. — х. наук. Екатеринбург, 2008. 22 с.
4. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.
5. Залесов С.В., Зотеева Е.А., Магасумова А.Г., Швалёва Н.П. Основы фитомониторинга: учебное пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. 76 с.
6. Мелехов И.С. Проблемы современной экологии и леса // Лесной журнал, 1983. № 1. С. 3–11.
7. Смирнов К.В. Плотность населения лося и косули и их влияние на лесовозобновление по природным зонам Челябинской области: автореф. дис. ... канд. с. — х. наук. Екатеринбург, 2009. 24 с.
8. Цындыжапова С.Д., Розломий Н.Г. Особенности питания пятнистого оленя (*Cervus nippon Temminck*, 1838) на островах Антипенко и Сибирякова (Приморский край) // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 1 (57). С. 50–61.
9. Cheveau M. et al. Current status and future directions of traditional ecological knowledge in forest management: a review // The Forestry Chronicle. 2008. V. 84. № 2. Pp. 231–243.
10. Tierney G.L. et al. Monitoring and evaluating the ecological integrity of forest ecosystems // Frontiers in Ecology and the Environment. 2009. V. 7. № 6. Pp. 308–316.

© Розломий Наталья Геннадьевна (boss.shino@mail.ru), Берсенева Светлана Анатольевна (svshatal@mail.ru),

Белов Александр Никитович (belov_an13@mail.ru), Коляда Александр Степанович (a.s.pinus@mail.ru),

Костырко Анна Николаевна (anna_vasilenko00@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИТЕРАТИВНОЕ УТОЧНЕНИЕ ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ КАМЕРЫ НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛЬНЫХ МАРКЕРОВ

ITERATIVE REFINEMENT FOR CAMERA POSE ESTIMATION BASED ON VISUAL MARKERS

M. Alkhatib
A. Bobkov

Summary. The use of computer vision is a very important problem for many practical applications related to the development and operation of autonomous mobile platforms, for example, logistics robots in automated production and warehousing. In this paper we implement an iterative visual navigation algorithm based on Gauss-Newton method for estimating position based on the image captured by only one camera. We find the pose that minimize the squared error of the predicted location of the image features to the measured location. For computing the error of pose estimation, synthetic images were generated. Considered a two-dimensional object (square) containing a set of distinct points (at least four points). The algorithm error is calculated for many relative distances between the camera and the object and three noise levels. Synthetic images of the body are generated and taken from different elevation and azimuth angles, the position of the camera in relation to the body is estimated by applying the algorithm, then compared with the real position, to calculate the error.

Keywords: iterative algorithm, synthetic images, image localization, visual navigation.

Алхатиб Мажди Насиб

Аспирант, Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
majdi.alkhatib@yahoo.com

Бобков Александр Валентинович

Д.т.н., Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана
alexander.bobkov@bmstu.ru

Аннотация. Использование компьютерного зрения является актуальной проблемой для многих практических приложений, связанных с разработкой и эксплуатацией автономных мобильных платформ, например — логистических роботов на автоматизированном производстве и в складском хозяйстве. В этой статье мы реализуем итеративный алгоритм визуальной навигации, основанный на методе Гаусса-Ньютона для оценки положения на основе изображения, снятого только одной камерой. Мы находим положение камеры, которое минимизирует квадрат ошибки предсказанного местоположения признаков изображения до измеренного местоположения. Для вычисления ошибки оценки положения использовались синтетические изображения. Рассматривается двумерный объект (квадрат), содержащий множество различных точек (не менее четырех точек). Погрешность алгоритма рассчитывается для многих относительных расстояний между камерой и объектом и трех уровней шума. Синтетические изображения тела генерируются и снимаются с разных углов места и азимута, положение камеры по отношению к телу оценивается путем применения алгоритма, затем сравнивается с реальным положением для расчета ошибки.

Ключевые слова: итерационный алгоритм, синтетические изображения, локализация изображений, визуальная навигация.

Введение

Существует несколько методов оценки положения, основанных на обработке изображения, снятого одной или несколькими камерами, например обнаружение признаков, перспективная проекция (PNP) и ортогональная проекция (копланарная позиция). Методы, основанные на обнаружении признаков, позволяют только оценить ориентацию. Эти методы и аналитические методы, такие как перспективные проекции, чувствительны к шуму в изображении. Это приводит к росту ошибок в оценке местоположения и ориентации. В то же время существующие проекционные методы позволяют оценивать положение приближенно и итеративно. Задачу PnP можно разделить на линейные алгоритмы и нелинейные итерационные алгоритмы [1].

Линейные алгоритмы зависят от прямого линейного преобразования (DLT), EPnP (Enhanced) [2]. Недостатками алгоритма DLT являются низкая точность и наличие точек-выбросов. Алгоритмы DLS (прямые наименьшие квадраты) отличаются относительно высокой точностью, но низкой вычислительной эффективностью. EPnP — это компромисс между скоростью и точностью. К нелинейным алгоритмам относятся LM (метод Левенберга-Марквардта), POSIT (положение по ортографическим проекциям и масштабирование с итерациями) [3].

Для решения задачи PNP было создано несколько алгоритмов. Количество возможных решений варьируется в зависимости от количества точек n с учетом относительного расположения, например, если они расположены на прямой или в одной плоскости.

Решений много в случае $n = 3$ и до четырех решений [4] в случае, если точки не расположены на одной прямой (неколлинеарно).

В случае $n = 4$ теоретически существует только одно решение, если бы точки не находились в одной плоскости [5] [6]. Но в том случае, если они попадают в одну плоскость, то всегда есть два решения. В [7] предложен новый подход к оценке положения 6D-объекта, который состоит из сквозной дифференцируемой архитектуры, использующей геометрические знания.

В этой работе будет рассмотрен итерационный алгоритм, основанный на минимизации квадратичной ошибки методом Ньютона для оценки положения и ориентации на основе изображения, снятого только одной камерой. Мы находим положение, которое минимизирует квадрат ошибки предсказанного местоположения признаков изображения до измеренного местоположения. Для вычисления ошибки оценки положения были сгенерированы синтетические изображения, как в статье [3]. Рассматривается двумерный объект (квадрат), содержащий множество различных точек (не менее четырех точек). Погрешность алгоритма рассчитывается для многих относительных расстояний между камерой и объектом (2,5,10,20) и трех уровней шума (уровень 0, уровень 1 и уровень 2). При уровне шума изображения 0 шум отсутствует. При уровне шума изображения 1 действительные числа, вычисленные для координат перспективных проекций, аппроксимируются до целочисленных положений пикселей. При уровне шума 2 эти правильные положения нарушаются вертикальными и горизонтальными искажениями в $-1,1$ пикселя.

Несколько изображений тела генерируются и снимаются с разных углов места и азимута, положение камеры по отношению к телу оценивается путем применения алгоритма, затем сравнивается с реальным положением для расчета ошибки.

Цель состоит в том, чтобы восстановить (оценить) относительное положение камеры (три степени свободы) и вращение (еще три степени свободы) относительно жесткого объекта в системе координат.

Метод Гаусса-Ньютона

Метод Гаусса-Ньютона — это алгоритм решения нелинейных задач с квадратичным показателем качества. Преимущества метода заключается в том, что он опирается только на градиент ошибки и не требует вычисления

матрицы вторых производных (гессиана). Если $J^T J$ является хорошим приближением гессиана, то тогда сходимость будет квадратической [8].

Постановка задачи.

Дано:

1. Имеется объект (3D модель);
2. Известна геометрия модели (3D точки от объекта);
3. Найдены соответствующие особенности на изображениях (2D) с помощью детектора этой функции.

Требуется найти:

Положение и ориентация объекта относительно камеры.

Предположения:

1. Объект (3D модель) является жестким и имеет 6 степеней свободы;
2. Заранее известна калибровочная матрица камеры.

Найдем положение, которая минимизирует квадратичную ошибку предсказанного местоположения функций изображения относительно измеренного местоположения.

$$\text{Пусть } y = f(x)$$

Здесь x — вектор неизвестного параметра позы 6DOF (3 поворота, 3 перемещения).

f — функция, которая возвращает предсказанные точки у изображения из заданного положения x .

y_0 — вектор реально наблюдаемых точек изображения (количество точек изображения N).

$$x = \begin{pmatrix} \theta_x \\ \theta_y \\ \theta_z \\ t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix}, y = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ x_2 \\ y_2 \\ \vdots \\ x_N \\ y_N \end{pmatrix} \tag{4.1}$$

Необходимо найти x , дающее минимум функции ошибки:

$$E = |f(x) - y_0|^2 \tag{4.2}$$

Определим P_{3d} набор 3D точек (количество точек N)

$$P_{3d} = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 & \dots & X_N \\ Y_1 & Y_2 & \dots & Y_N \\ Z_1 & Z_2 & \dots & Z_N \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{pmatrix} \tag{4.3}$$

$$p = (x_1 \ y_1 \ x_2 \ y_2 \ \dots \ x_N \ y_N)^T \tag{4.4}$$

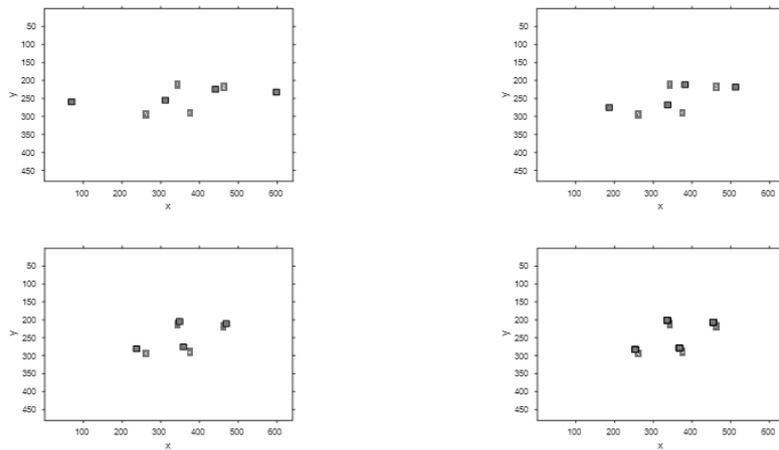


Рис. 1. Обновлять проекцию 3D-точек (4 точки) на 2D-изображение каждый шаг

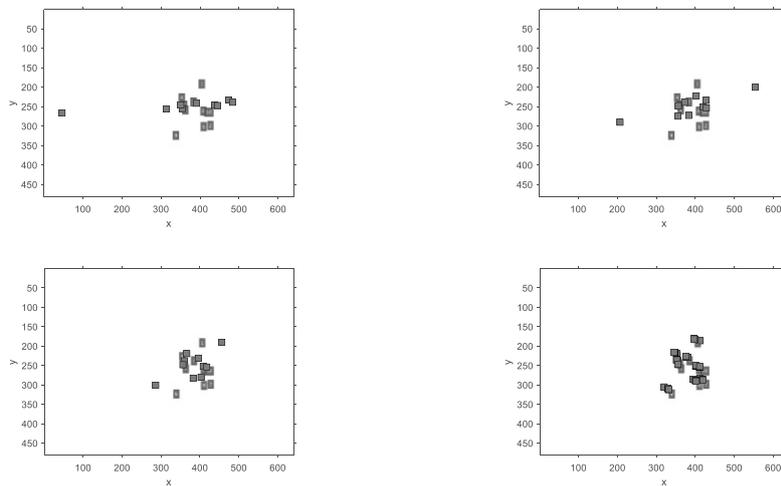


Рис. 2. Обновлять проекцию 3D-точек (10 точек) на 2D-изображение каждый шаг

Вычисление якобиана численно:

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x_i} \approx \frac{f(x + \varepsilon \hat{u}_i) - f(x)}{\delta x} \quad (4.5)$$

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_M} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_M} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial f_N}{\partial x_1} & \frac{\partial f_N}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_N}{\partial x_M} \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

В нашем случае $M = 6$ (3 поворота и 3 перевода).

Выбирается $e = 0.00001$;

столбец 1: $J(:,1) = (f(x + dx_1, P3d, K) - y) / e$; $dx_1 = (e, 0, 0, 0, 0, 0)$

столбец 2: $J(:,2) = (f(x + dx_2, P3d, K) - y) / e$; $dx_2 = (0, e, 0, 0, 0, 0)$

столбец 3: $J(:,3) = (f(x + dx_3, P3d, K) - y) / e$; $dx_3 = (0, 0, e, 0, 0, 0)$

столбец 4: $J(:,4) = (f(x + dx_4, P3d, K) - y) / e$; $dx_4 = (0, 0, 0, e, 0, 0)$

столбец 5: $J(:,5) = (f(x + dx_5, P3d, K) - y) / e$; $dx_5 = (0, 0, 0, 0, e, 0)$

столбец 6: $J(:,6) = (f(x + dx_6, P3d, K) - y) / e$; $dx_6 = (0, 0, 0, 0, 0, e)$.

Шаги алгоритма:

1. Задать начальное положение $x = x_0$.
2. Вычислить $y = f(x)$.
3. Вычислить ошибку $dy = y - y_0$.

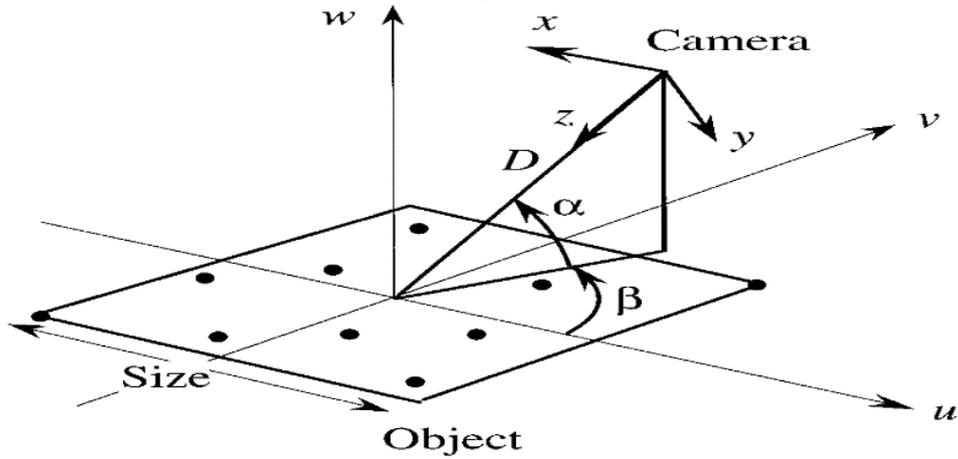


Рис. 3. Угол возвышения и азимутальный угол для камеры

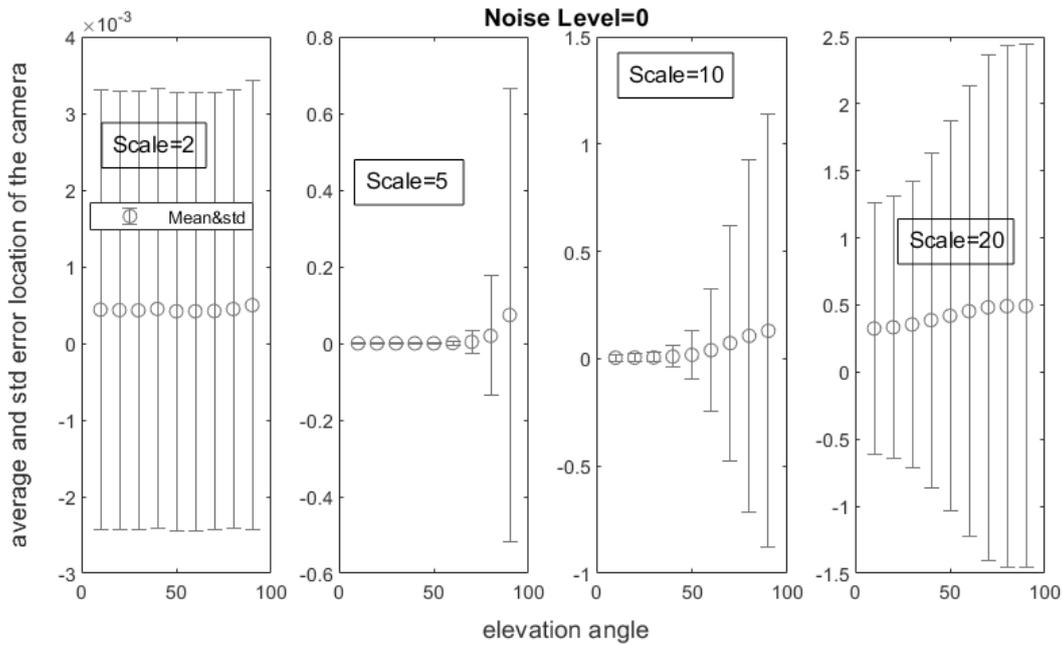


Рис. 4. Средняя и стандартная ошибка местоположения камеры для угла возвышения, уровень шума = 0

4. Вычислить Jacobean of f: $J=df/dx$,
5. Вычислить $dy=Jdx$.
6. Исключить dx , используя псевдоинверсию of J , $(J^T*J)^{-1}$, $dx=(J^T*J)^{-1}J^Tdy$.
7. Установить $x=x+dx$
8. Повторять шаги 2–7 до тех пор, пока приращение x не станет достаточно малым (например, 10^{-7}).

Алгоритм применяется к случайным четырем точкам с семью итерациями, а проекция последних четырех обновлений точек показана на рис. 1.

Алгоритм применяется к случайным десяти точкам с семью итерациями, а проекция последних четырех обновлений точек показана на рис.2.

Расчет ошибки оценки положения

Алгоритм протестирован при трех уровнях шума и четырех значениях масштабы

Ошибка в оценке положения при уровне шума = 0

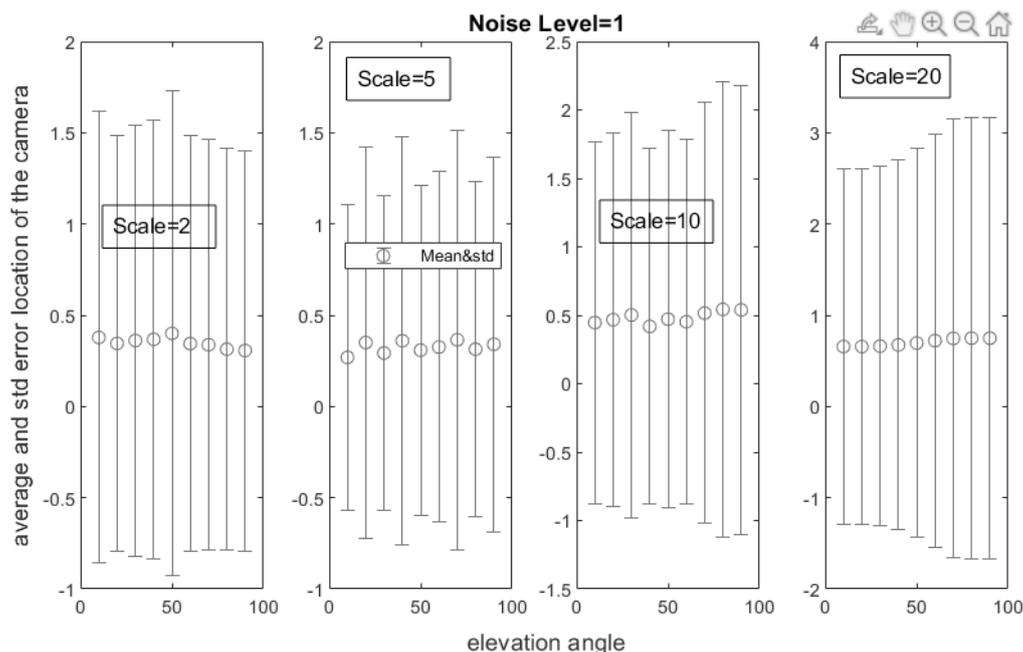


Рис. 5. Средняя и стандартная ошибка местоположения камеры для угла возвышения, уровень шума = 1

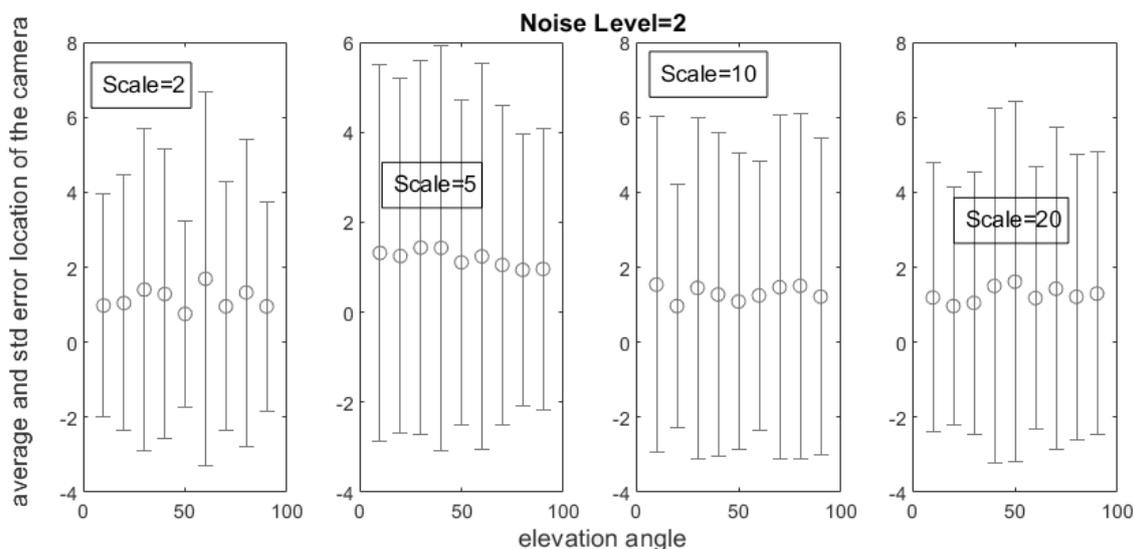


Рис. 6. средняя и стандартная ошибка местоположения камеры для угла возвышения, уровень шума = 2

Угол возвышения изменяется с 10:90 градусов с шагом 10 градусов, а азимутальные углы изменяются с 0:350 градусов с шагом 10 градусов. На рис. 3, показаны угол места и азимутальный угол. Средняя ошибка вычисляется при 36 азимутальных углах каждый раз для девяти углов места и четырех относительных расстояний (Масштаб = $D / \text{Размер}$) (2,5,10,20), как показано

в [40]. Эти ошибки рассчитываются для четырех точек (вершин квадрата). Мы заметили, что погрешность увеличивается с увеличением относительного расстояния между объектом и камерой и максимальна, когда угол возвышения равен = 90 градусов. Среднее значение меньше 0,4, а стандартное меньше 2,5, как показано на рис. 4.

Ошибка в оценке положения при уровне шума = 1

Мы заметили, что ошибка немного увеличивается с увеличением относительного расстояния между объектом и камерой. Среднее значение меньше 0,6, а стандартное меньше 3, как показано на рис. 5.

Ошибка в оценке положения при уровне шума = 2

Мы заметили, что погрешность в значительной степени возрастает, поскольку уровень шума существенно не меняется с относительным расстоянием. Среднее значение меньше 1,7, а стандартное меньше 6, как показано на рис. 5.

Из предыдущего статистического процесса видно, что для относительных расстояний (2, 5, 10, 20) и углов места ошибка в оценке угла составляет менее 0,3 градуса при уровне шума = 1.

Ошибка в оценке угла увеличивается, а стандартное отклонение увеличивается с увеличением угла места. Максимальное значение в области надир (90 градусов) и увеличивается, когда на изображении нет шума. Такие изменения сложно обнаружить, так как они не вызывают существенного изменения контура тела в плоскости изображения, что приводит к росту погрешности оценки. Из предыдущего статистического процесса

очевидно, что ошибка в оценке угла и его стандартное отклонение возрастают с увеличением относительного расстояния между камерой и телом. Оценка смещения менее чувствительна к шуму и изменениям относительного расстояния, чем оценка угла, поскольку относительная ошибка не превышает 3 процентов даже на самом высоком относительном расстоянии и самом высоком уровне шума. Ошибка обычно увеличивается по мере приближения к области надир по той же причине, что и при оценке угла.

Заключение

Представлены в этой работе, представлен алгоритм Гаусса-Ньютона, который уточняет движение камеры. Из вышеизложенного можно сделать вывод, что предложенный алгоритм позволяет получать положение камеры с высокой точностью. Для повышения точности точки должны быть распределены как можно ближе к плоскости изображения. Алгоритм был реализован в среде MATLAB и был протестирован на большом количестве синтетических изображений с различной высотой, азимутальными углами, с различным относительным расстоянием между объектом и камерой, а также с тремя уровнями шума. Ошибка увеличивается с увеличением уровня шума и относительного расстояния. Для будущей работы предлагается объединить предложенный метод с методом SLAM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hao X., Zhang Z. An Iterative Algorithm for Camera Pose Estimation with Lie Group Representation // 2017 4th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE). — IEEE, 2017. — С. 187–192.
2. Zheng Y. et al. Revisiting the pnp problem: A fast, general and optimal solution // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. — 2013. — С. 2344–2351.
3. Oberkampf D., DeMenthon D.F., Davis L.S. Iterative pose estimation using coplanar feature points // Computer Vision and Image Understanding. — 1996. — Т. 63. — № 3. — С. 495–511.
4. Haralick, Robert M., et al. Analysis and solutions of the three-point perspective pose estimation problem // CVPR. Vol. 91. 1991.
5. Holt, Robert J., and Arun N. Netravali. Camera calibration problem: some new results // CVGIP: Image Understanding 54.3 (1991): 368–383.
6. Horaud, Radu, et al. An analytic solution for the perspective 4-point problem. Computer Vision, Graphics, and Image Processing 47.1 (1989): 33–44.
7. Lipson L. et al. Coupled iterative refinement for 6D multi-object pose estimation // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. — 2022. — С. 6728–6737
8. Wang, Yong. Gauss–Newton method. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics 4.4 (2012): 415–420.

DOI 10.37882/2223–2966.2023.04.05

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИИ МОБИЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ АВТОНОМНЫХ УСТРОЙСТВ

HARDWARE AND SOFTWARE ASPECTS OF THE ORGANIZATION OF TELEMETRY TRANSMISSION OF MOBILE DIGITAL AUTONOMOUS DEVICES

E. Grach

Summary. Debugging algorithms for controlling mobile robots with a large number of analog sensors is complicated by the lack of the ability to reset telemetry information. The article suggests the simplest and cheapest way to organize wireless communication using the ESP8285 microcontroller, discusses the circuit aspects of installing and programming this controller within the previously ready-made device architecture, reveals the software concept of transmitting information from the main microcontroller to the computer screen.

Keywords: telemetry, robotics, electronic circuitry, ESP8266 (8285) microcontroller.

Грач Евгений Петрович

Кандидат физико-математических наук, ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»
vader701@mail.ru

Аннотация. Отладка алгоритмов управления мобильными роботами с большим количеством аналоговых датчиков затруднена отсутствием возможности сброса телеметрической информации. В статье предложен наиболее простой и дешевый способ организации беспроводной связи с использованием микроконтроллера ESP8285, рассмотрены схемотехнические аспекты установки и программирования данного контроллера в рамках ранее готовой архитектуры устройства, раскрывается программная концепция передачи информации с главного микроконтроллера на экран компьютера.

Ключевые слова: телеметрия, робототехника, схемотехника электронных средств, микроконтроллер ESP8266 (8285).

Введение

Понятие телеметрии очень широкое. Авторы [1] определяют термином «телеметрия» получение любой информации от удаленного объекта. В данной статье, как и в научно-космической области [2], под телеметрией подразумевается передача служебной (не основной) информации о техническом состоянии автономного объекта и его компонентов, с которым не имеется возможности организовать проводной канал связи.

Рассматриваемое устройство представляет из себя мобильного автономного робота класса сумо, имеющего на борту: оптопары (датчики линии) для позиционирования себя в разрешенной (черной) области соревновательного ринга; лазерные дальнометры VL53L0X для обнаружения робота-соперника, сближения с ним и атаки; стартовый модуль, необходимый по регламенту соревнований, представляющий из себя цифровой датчик, выдающий либо ноль, либо единицу, и принимающий сигнал от инфракрасного пульта; средства предстартового управления в виде 0.49`` экрана, нескольких кнопок и переключателей; микроконтроллер ATmega2560, имеющий достаточное количество вхо-

дов-выходов для подключения не только указанных компонентов, но и сигнальных светодиодов, позволяющих отслеживать режимы работы.

Данная концепция робота возникла в результате последовательного усложнения от простого к сложному. На начальном этапе развития, когда робот собирается за два дня от эскиза до первых заездов, достаточно нескольких цифровых дальнометров (видит — не видит), микроконтроллера с 5–8 входами-выходами. Однако предусмотреть поведение такого робота без минимальной отладочной информации невозможно. Так, иногда оказывается, что цифровые датчики могут реагировать на посторонние объекты, либо на дефекты соревновательного ринга, либо на элементы конструкции самого робота. Для исключения подобных ситуаций нужны, как минимум, сигнальные светодиоды. На рассматриваемом роботе, оборудованном лазерными датчиками VL53L0X, сигнальные светодиоды остались как технический атавизм, т.к. лазерные датчики измеряют и выдают расстояние до препятствия перед собой в единицах, сопоставимых с миллиметрами. С одной стороны, это открывает режимы поведения робота, более сложные, чем таблица бинарных состояний, с другой стороны, для точной настройки этих режимов необходимо знать

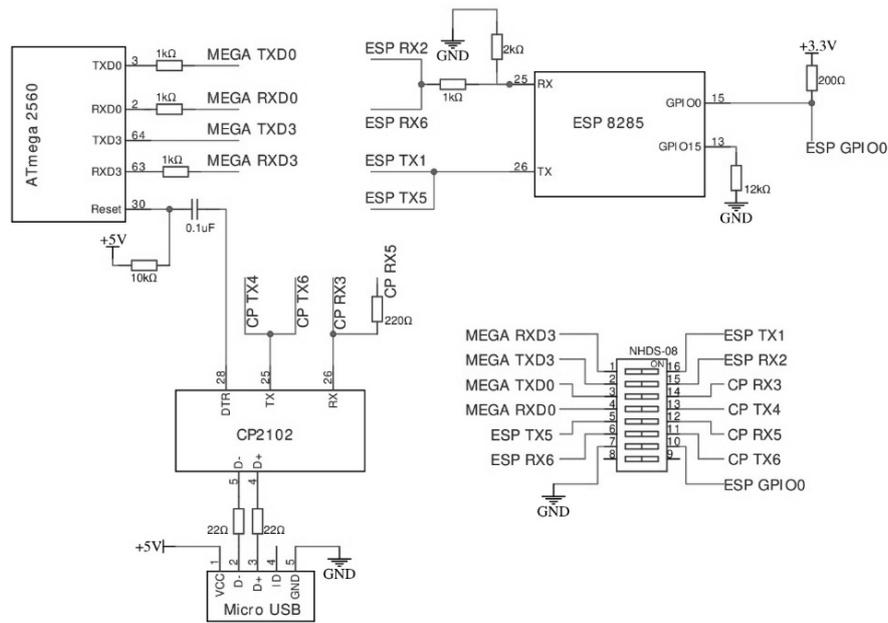


Рис. 1. Общая схема подключения микроконтроллеров ATmega2560, ESP8285 и преобразователя CP2103. Блок smd-перелючателей определяет активные подключения микроконтроллеров к преобразователю и друг к другу.

показания датчиков и состояния робота в каждый момент времени, что вынуждает передавать телеметрическую информацию беспроводным способом.

Схемотехнические аспекты метода решения

Наиболее очевидный и доступный способ — использовать микроконтроллер серии ESP, способный подключаться к беспроводной WiFi-сети и передавать большой объем текстовой информации. По сравнению с ATmega2560, микроконтроллер ESP8266 имеет больший объем памяти, более высокую тактовую частоту, однако меньшее количество цифровых входов-выходов, в том числе аналоговых, другой уровень питания. Решение обозначенных проблем потребовало бы капитальных изменений, в том числе схемотехнических, в конструкции робота, добавления сдвиговых регистров как входных, так и выходных, добавления расширителя аналоговых входов. Поставленная задача (передача текстовой телеметрии) была решена наиболее простым способом — подключением ESP8285 к ATmega2560 через последовательный порт. Это привело к существенным программным сложностям передачи телеметрии, но упростило схемотехническое решение задачи. Необходимый уровень питания (3.3 В) на борту рассматриваемого устройства уже был от датчиков VL53L0X, сопоставление логических уровней последовательного порта обеспечивается простейшим

делителем. Интеграция данного микроконтроллера на печатную плату устройства проводилась по схеме R3 ATmega2560+ESP8266 от производителя RobotDyn [3]. Схема хороша тем, что позволяет использовать всего один преобразователь серийного интерфейса в USB на оба микроконтроллера. Более того, т.к. у контроллера ESP8285 (так же как и у ESP8266) всего один последовательный порт передачи данных, то он должен быть использован и для программирования самого контроллера ESP и для связи с основным контроллером ATmega2560. Изменения по сравнению со схемой R3 от RobotDyn — использование преобразователя интерфейса CP2103 вместо CH340G и использование контроллера ESP8285 вместо ESP8266.

Таким образом, общая схема взаимодействия представляет собой два микроконтроллера: ATmega2560 и ESP8285, которые связываются с преобразователем интерфейсов CP2103 либо друг с другом по последовательному порту. Каждая конкретная связь определяется парой smd-переключателей, отдельный седьмой переключатель необходим для ввода ESP8285 в режим программирования по последовательному порту.

Напрямую к 4-му цифровому выходу микроконтроллера ESP8285 подключен сигнальный светодиод, который поможет при отладке программы управления. Наличие LED-экрана, подключенного к ATmega2560

Таблица 1. Пример обмена сообщениями о пересылке ip-адреса сервера между двумя микроконтроллерами

| Фрагмент исходного кода ATmega2560 | Фрагмент исходного кода ESP8285 |
|---|--|
| <pre>int ip1 = EEPROM.read (82); int ip2 = EEPROM.read (83); int ip3 = EEPROM.read (84); int ip4 = EEPROM.read (85); if (Serial3.available () > 0) { String res=»;»; while (Serial3.available ()) { if (millis () -time>5) break; res+= (char) Serial3.read (); } if (res.indexOf («give_IP»)!= -1) { String ip = «server_ip:»+String (ip1) +».»+String (ip2) +».»+String (ip3) +».»+String (ip4) +»@@@»; Serial3.println (ip); } if (res.indexOf («ip OK»)!= -1) { WiFi_status = 2; } }</pre> | <pre>unsigned long st=millis (); String mess=»;»; String s=»server_ip:»; String f=»@@»; while (mess.indexOf (s) == -1 mess.indexOf (f) == -1) { if (millis () -st>1000) { Serial.println («give_IP»); st=millis (); mess=»;»; } while (Serial.available ()) mess += (char) Serial.read (); } int index1 = mess.indexOf (',', mess.indexOf (s)); int index2 = mess.indexOf ('@', index1 +1); String ip = mess.substring (index1+1, index2); mess=»;»; for (int i=0; i<18; i++) { if (i<ip.length ()) servername [i] =ip [i]; else servername [i] =0; } Serial.println («ip OK»); Serial.println (servername);</pre> |

позволит контролировать стадии подключения по беспроводной связи и отображать уровень сигнала.

Как было сказано, используется схема R3 ATmega2560+ESP8266 от производителя RobotDyn, однако представленная производителем схема в [3] не работает. Проблема состоит в невозможности программирования микроконтроллера ESP8285. При этом не имеет значения тот факт, что используется ESP8285 вместо ESP8266 и CP2103 вместо CH340G. Доступно много разных схем подключения микроконтроллеров ESP8266 и ни одна из них не может обеспечить программирование контроллера преобразователем интерфейса через USB. Проблема решается добавлением стягивающего резистора на 12 кОм между шиной нулевого потенциала и 13-м выводом микроконтроллера (GPIO15). Данный резистор присутствует на оригинальных схемах производителей отладочных плат семейства ESP и отсутствует на всех производных. Как пишет производитель [4], данный резистор при подтягивании к логической единице активирует интерфейс SDIO, а при стягивании к нулю — интерфейс UART. Полное отсутствие данного резистора не предусмотрено. Часть схемы, имеющая отношение к микроконтроллеру ATmega2560 работает без замечаний и не потребовала доработки. Внедрение навесным монтажом резистора 12 кОм между шиной нулевого потенциала и 13-м вы-

водом микроконтроллера ESP8285 (GPIO15) позволило завершить схемотехнический этап разработки и перейти к программированию.

Программные аспекты метода решения

Порядок передачи телеметрической информации прост: основной микроконтроллер ATmega2560 отправляет в свой третий серийный порт текстовую информацию, ESP8285 принимает эту информацию и отправляет на сервер по беспроводной сети. Сервер собирает эту информацию и сохраняет в файл.

При подаче питания основной микроконтроллер ATmega2560 работает по своей логике, не дожидаясь сигналов готовности от ESP8285, но проверяя содержимое своего RX-буфера. При поступлении в RX-буфер определенной команды выдает в TX-буфер необходимую информацию. Дело в том, что к основному микроконтроллеру подключен LED-экран с несколькими кнопками управления, что позволяет изменять некоторые простые настройки, регулируемые в бинарном (включено-выключено) или в числовом диапазоне (больше-меньше). Это позволяет вывести в регулируемые непосредственно на верхней части робота настройки четыре числа, задающие ip-адрес и сам факт

передачи телеметрии. При включении ESP8285 контроллер по серийному порту отправляет текстовую команду "send IP", а ATmega2560 при наличии такого сочетания символов в своем RX-буфере пересылает ip сервера, к которому должен подключиться ESP8285.

ESP8285 при включении, не дожидаясь дополнительных команд и информации от ATmega2560, подключается к беспроводной сети, имя и пароль от которой жестко прописаны в программе управления и не изменяются настройками на верхней панели робота.

После успешного подключения к прописанной беспроводной сети ESP8285 отправляет в свой TX-буфер текстовую строку «WiFi OK», что интерпретируется основным контроллером и отображается на LED-экране. После прохождения данного этапа ESP8285 раз в секунду отправляет микроконтроллеру ATmega2560 текстовое сообщение «give_IP», делает это до тех пор, пока в входной RX-буфер не поступит информация. Повторение отправки сообщения необходимо для ликвидации возможных рассинхронизаций двух микроконтроллеров, связанных как с не мгновенным подключением к беспроводной сети со стороны ESP8285, так и с возможными неполадками на шине I2C или особыми режимами работы со стороны ATmega2560 (функционирование меню настроек реализовано через цикл, в котором программа управления не взаимодействует с RX-буфером).

При обнаружении тестовой строки «give_IP» в своем RX-буфере, микроконтроллер ATmega2560 из 4-х байт своей энергонезависимой памяти собирает текстовую строку вида «server_ip:192.168.0.102@@@» и отправляет микроконтроллеру ESP8285. Особый признак окончания сообщения потребовался для корректного выделения IP-адреса из строки. Пример данного обмена приведен в таблице 1.

На стороне микроконтроллера ATmega2560 используется принудительный выход из цикла считывания RX-буфера. ESP8285 работает на большей тактовой частоте, чем ATmega2560, и, нельзя исключить ситуацию, при которой ESP8285 пересылает информацию на сторону ATmega2560 быстрее, чем тот может обработать. В этом случае ATmega2560 будет наполнять объект res до переполнения доступной динамической памяти, с непредсказуемыми последствиями. Сбои в работе ATmega2560 недопустимы, и, поэтому, предусмотрен выход из режима чтения RX-буфера, если чтение происходит дольше 5 миллисекунд, с последующей очисткой объекта res на следующей итерации основной программы управления.

На стороне ESP8285 используется уже упомянутый повтор сообщения «give_IP» по временной метке, про-

верка наличия в RX-буфере признака начала и окончания ожидаемой строки. При выполнении этого условия, прекращается передача запросов «give_IP», выделяется подстрока, содержащая сам ip-адрес сервера, переписывается в глобальную строку, используемую в следующем фрагменте при подключении к серверу. На сторону ATmega2560 пересылается подтверждающее сообщение, ATmega2560 при получении подтверждения меняет свой внутренний флаг статуса беспроводного подключения и индикацию на LED-экране.

Следующий этап подключения — соединение ESP8285 с сервером по полученному ip. Выполняется командой

```
while (!client.connect (servername, 7770));
```

Микроконтроллер ATmega2560 в этом не участвует, работая по своему алгоритму, проверяя содержимое RX-буфера на каждой итерации своего глобального цикла. Если по каким-то причинам подключение установить не удастся, то это никак не повлияет на основной микроконтроллер ATmega2560, а ESP8285 формально зависнет в бесконечном цикле. Порт подключения прописан в программе управления ESP8285 и не изменяется. При успешном подключении к серверу ESP8285, как и в предыдущем примере, отправляет текстовую строку на сторону ATmega2560, на которую тот реагирует изменением статуса подключения и индикацией на LED-дисплее.

Следующий этап — пересылка уникального однобайтового серийного номера робота. Этот номер записан в ячейке энергонезависимой памяти ATmega2560, пересылается в сторону ESP8285 один раз в финальный момент подключения. ESP8285 добавляет этот уникальный номер к каждому пересылаемому телеметрическому кадру. После получения микроконтроллером ESP8285 уникального номера робота, производится отправка первого сообщения на сервер вид

```
;;;4Raider;;;5
```

Данное сообщение интерпретируется сервером как начало передачи информации, отображается в консоли сервера и именно поэтому номер робота преобразован в текстовое имя.

Работа основного микроконтроллера ATmega2560 построена на показании датчиков VL53L0X, которые выдают новые данные через каждые 20мс. Сами датчики могут быть опрошены и чаще, но смысла это не имеет, т.к. более свежая информация поступает только с интервалом 20 мс. На основе показаний контроллер устанавливает ШИМ-скорости и направления вращения

моторов, отправляет информацию о показаниях датчиков и установленных скоростях, дополняет временем, прошедшим с момента включения микроконтроллера, уникальным порядковым номером 20-миллисекундного интервала (кадра), дожидается окончания этого интервала, после чего снова переходит к опросу датчиков. Каждый фрагмент информации отправляется командой `Serial3.print ()` без накопления в промежуточной строке и поступает по серийному порту во входной RX-буфер контроллера ESP8285. Скорость передачи данных по серийному порту между двумя микроконтроллерами установлена в 1 млн. бод/с. При этом, размер TX-буфера микроконтроллера ATmega2560 установлен в 64 байта (значение по умолчанию), а размер RX-буфера контроллера ESP8285 необходимо увеличить как минимум до 2048 байт для исключения его переполнения, потери информации, и, что наиболее критично, нарушения покадровой разбивки.

Как было сказано, каждый свой 20-миллисекундный интервал работы микроконтроллер ATmega2560 начинает с анализа имеющейся в RX-буфере информации. Если в буфере присутствует сочетание символов «charge» (отправляется микроконтроллером ESP8285 каждые 5 секунд) — в TX-буфер сбрасывается информация о текущем заряде батарей робота в виде «1S [4.03] 2S [4.00] 3S [-3.64] ».

Каждая итерация продолжается опросом имеющихся на борту датчиков, вместе с получением показаний датчиков информация отправляется по Serial3 в ESP8285 в текстовом формате вида «a=xxx/600», где a — идентификатор датчика, xxx — снятое показание датчика, может быть, в пределе, как четырехзначным, так и однозначным, второе число — установленный предел чувствительности. Для аналогового датчика линии (оптопары), подключенной к 10-битовому АЦП микроконтроллера ATmega2560, фактически, задает границу — «белое — черное», переводя его в цифровой режим работы. Данное значение регулируемое и устанавливается для каждого датчика в каждом конкретном случае индивидуально и должно отслеживаться так же, как и текущее показание. Лазерные дальномеры VL53L0X имеют такое же граничное значение «видит — не видит», которое используется в некоторых примитивных режимах поиска, так же настраивается под конкретные условия, и так же должно быть известно. Единственный цифровой датчик — стартовый модуль — добавляется в виде «sm [x] », где x — текущее состояние.

Заканчивается 20-миллисекундный интервал добавлением в телеметрический кадр информации о времени выполнения этого интервала (позволяет отследить неполадки в шине I2C), времени, прошедшим с момента включения микроконтроллера, уникального поряд-

кового номера телеметрического кадра. Кадр заканчивается сочетанием символов, которое гарантированно не встречается в других частях кадра. Выбрано сочетание «;5» — признак окончания кадра, который необходим на стороне сервера для разделения кадров друг от друга.

На стороне микроконтроллера в телеметрический кадр добавляется информация о уровне сигнала (RSSI). Стоит отметить, что, поскольку телеметрический функционал вообще и микроконтроллер ESP8285 в частности не являются критически необходимыми для выполнения главной функции робота, то место под микроконтроллер ESP8285, его внешний обвес и антенну на печатной плате выделялось по остаточному принципу (размер робота ограничен 10x10 см).

Результат

Однако на ранних стадиях отладки всей системы обнаружены серьезные (до 90%) потери информации. Пропускались целые серии телеметрических кадров (до 150 штук), корректно фиксировались сервером серия из 10–15 кадров, после чего снова существенный провал.

Потерь информации не происходит на стороне ATmega2560, любой объем данных просто уходит в последовательный порт, что возможно установить подключением к компьютеру через преобразователь интерфейса CP2103. Так же установлено, что потерь информации не происходит и при передаче по беспроводному каналу. Сервер фиксирует любой генерируемый микроконтроллером ESP8285 объем данных. Методом исключения делается вывод, что информация теряется при ее получении на стороне микроконтроллера ESP8285. Увеличение скорости передачи данных по последовательному порту до 1 млн. бод/с и размера RX-буфера до 1000 байт решило, на первый взгляд, данную проблему.

Содержимое RX-буфера микроконтроллера ATmega2560 полностью переписывается во внутренний объект класса string, обрабатывается покадрово (удаляются двойные пробелы, нуль-байты, добавляется имя робота, RSSI, признак начала кадра) и покадрово отправляется на сервер.

Сервер представляет собой консольное windows-совместимое сетевое приложение под управлением Windows Socket API (WSA), функционирующее в соответствии с [5] в каких-либо исключительных пояснениях не нуждается. Серверное приложение свою работу начинает с определения и вывода в консоль собственного ip устройства, на котором запущено приложение

```

2 b=962 c=1023 d=849 lt=9 Mm=29636 sc=2698;;;5
;;;4Giperon: s[-65]_ sm[0] a=1021/600 b=961/504 c=1023/562 d=838/788 lt=10 Mm=29645 sc=2699;;;5
;;;4Giperon: s[-65]_ sm[0] a=1022/600 b=961/504 c=1023/562 d=838/788 lt=10 Mm=29656 sc=2700;;;5
;;;4Giperon: s[-65]_ sm[0] a=1022/600 b=962/504 c=1023/562 d=838/788 lt=10 Mm=29665 sc=2701;;;5
;;;4Giperon: s[-65]_ sm[0] a=1022/600 b=961/504 c=1023/56
    
```

Рис. 2

сервера. Это необходимо для выставления ip-адреса сервера на панели настройки робота.

Соединение с каждым роботом представляет собой объект класса SOCKET, дополненный ip-адресом робота, его текстовым и числовым именем, контейнером snar, вмещающем 100 кадров телеметрии, необходимые поля для ориентации в этом контейнере. Назначение этого контейнера — сохранить 100 телеметрических кадров до момента активации стартового модуля. После установления соединения с новым подключенным клиентом его socket отправляется в общий пул подключенных клиентов, ему выделяется отдельная потоковая функция и символьный приемный буфер размером 10 тысяч байт. Потоковая функция каждые 75 миллисекунд принимает во входной буфер поступившую информацию, разбивает ее на кадры и покадрово заполняет контейнер snar. Микроконтроллер ESP8285 настроен таким образом, чтобы сброс информации серверу происходил покадрово, однако на деле, поскольку работа идет через какой-то дополнительный буфер беспроводного соединения, на краях приемного буфера, как правило, оказывается лишь часть телеметрического кадра (полукадр-начало в конце приемного буфера и полукадр-конец в начале буфера). Это вынудило, помимо признака окончания кадра (;;;5) на стороне ESP8285 дополнять начало каждого кадра признаком начала (;;;4).

Содержимое входного буфера сервера перед покадровой разбивкой выглядит примерно как на рисунке 2.

Добавление признака начала кадра позволило без потерь информации склеивать такие полукадры на соседних итерациях потоковой функции. Целые кадры выделяются из приемного буфера сервера и отправляются в контейнер snar.

От включения робота, соединения с сервером и начала сброса телеметрии до момента активации стартового модуля может пройти значительное время (до минуты), телеметрия за которое не нуждается в записи в файл. Состояние робота в этот момент может быть отслежено с помощью бортового LED-дисплея, либо с помощью приложения-клиента, обладающего, в отличие от сервера, графическим интерфейсом, и предназначенного фактически, для вывода мгновенной

информации о параметрах робота. Однако для полноценного анализа решено записывать в файл не только телеметрию в момент разрешающего сигнала со стартового модуля, но и по 100 кадров до активации и после деактивации этого сигнала. При интервале сброса телеметрии в 20 миллисекунд это соответствует 2 секундам. Если с кадрами после деактивации стартового модуля проблем не возникает — просто от уникального номера последнего кадра отсчитывается и пишется еще 100 кадров, то с кадрами до активации все сложнее. В контейнер snar по кругу записываются вновь поступившие кадры телеметрии, номер самого свежего хранится в отдельном поле. Содержимое кадра анализируется, и, если произошло переключение стартового модуля с нуля на единицу, в папке, соответствующей конкретному роботу, создается файл, имя которого содержит некоторый текстовый ассоциативный префикс, дату и время активации стартового модуля. В этот файл сбрасывается содержимое контейнера, после чего файл дополняется поступающими с робота в реальном времени телеметрическими кадрами. При обратном переключении стартового модуля запускается счетчик на запись 100 последующих кадров, после чего файл закрывается.

Выводы

Таким образом, реализованная система выполняет свою функцию по фиксации телеметрической информации с автономного устройства. Как было отмечено в самом начале, передача телеметрии не является критически важной функцией робота, что и отразилось на общей реализации системы в виде дополнительного микроконтроллера. Наиболее рациональным (и, как отмечено выше, наиболее трудозатратным со схемотехнической точки зрения) представляется упомянутый перевод всего функционала робота на микроконтроллер ESP8285. Это позволит полностью избежать проблем с фиксацией данных на входе в микроконтроллер ESP8285. Как оказалось, при увеличении размера кадра наступают все те же описанные проблемы с потерей информации. В работах [2,5] данной проблемы не возникает, т.к. в первом случае сброс информации происходит на порядки реже, а во втором — в гораздо меньшем объеме. В данной схеме передачи телеметрии решить эту проблему можно кодированием информации. Например, совершенно не нужно четырехзнач-

ные показания оптопар передавать четырьмя байтами с именованным префиксом и выставленной границей чувствительности. Границы достаточно передавать периодически, как это реализовано с передачей заряда батарей. Полезные показания датчиков, разделенные на 4,

можно передать одним байтом (с допустимой потерей информации), а идентификаторы датчиков заменить идентификаторами групп датчиков. Тем не менее, реализованная система работает и выполняет свою функцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Современная телеметрия в теории и на практике», Назаров В.А., Козырев Г.И., Шитов И.В. и др — СПб.: Наука и техника, 2007
2. «Разработка программного обеспечения для обработки и анализа данных телеметрии малого космического аппарата» Дубовик А.А.— Сборник работ 74-й научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета: в 3 частях. 2017.
3. Mega WiFi R3 ATmega2560+SP8266 Schematic — RobotDyn — <https://robu.in/wp-content/uploads/2018/08/Schematic0G-00005806MEGAWiFi-R3-AT2560-ESP8266-32MB-CH340G.pdf> — 2018
4. “ESP8266 Technical Reference” Espressif Inc. — <https://www.espressif.com/> — 2020
5. «Client part of robot telemetry based on TRIK controller» Pikkio P.F., Zheleznyakov I.E.— Молодой ученый. 2022. № 33 (428).

© Грач Евгений Петрович (vader701@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИРЭА — Российский технологический университет

ФОРМИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ДАННЫМИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

FORMATION OF AN AUTOMATED INFORMATION DATA MANAGEMENT SYSTEM IN THE DESIGN OF POWER SUPPLY SYSTEMS

K. Derimedved

Summary. The article presents the results related to the formation of an automated information data management system in the design of power supply systems. It is established that information support can include a set of design solutions for the placement, size and forms of organization of the information used in automated control systems in the electric power industry. It is proved that the software within the framework of SCADA systems allows data exchange, data processing, database maintenance, monitoring of alarm alarms and alarm messages, creating reports on the progress of the technological process and transmitting data to the upper levels when designing power supply systems.

Keywords: automation, system, management, information, design, electric power, technology.

Деримедведь Константин Григорьевич

*Аспирант, АНО ВО «Российский новый
университет», г. Москва
mmt99@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты, связанные с формированием автоматизированной системы управления информационными данными при проектировании систем электроснабжения. Установлено, что информационное обеспечение может включать совокупность проектных решений по размещению, размерам и формам организации используемой информации в автоматизированных системах управления в электроэнергетике. Доказано, что программное обеспечение в рамках SCADA-систем позволяет осуществлять обмен данными, обработку данных, реализовать ведение базы данных, осуществлять контроль над аварийной сигнализацией и сообщениями о тревогах, создавать отчеты о ходе технологического процесса и передавать данные на верхние уровни при проектировании систем электроснабжения.

Ключевые слова: автоматизация, система, управление, информация, проектирование, электроэнергетика, технология.

Обеспечение эффективности управления информационными данными при проектировании в электроэнергетике связано с ее информатизацией и автоматизацией. Под этим можно понимать управление сложными системами достижений в области информационных технологий, охватывающих отбор, передачу и обработку данных, использование алгоритмов с элементами искусственного интеллекта. При этом логичным развитием систем автоматизации управления информационными данными при проектировании энергетических процессов, оперативного управления могут выступать автоматизированные системы управления (АСУ), технологическую основу которых составляют информационно-вычисляемые и управляющие комплексы.

Автоматизированная система управления (АСУ) представляет собой комплекс цифровых средств, который предназначен для выработки и реализации управляющего действия на проектируемый объект управления в соответствии с принятыми критериями управления. Под АСУ также понимается информаци-

онное решение, обеспечивающее цифровизацию основных проектируемых операций в электроэнергетике в целом или определенном его участке.

Проблемам информатизации процессов в электроэнергетике посвящены работы О.Н. Безбожнова [1], Н.А. Буднова [2], А.В. Виноградова [3], А.В. Егорова [4], И.И. Наумова [5], О.В. Панкова [6] и др. Тем не менее, достаточное количество теоретических и научно-прикладных вопросов формирования автоматизированной системы управления информационными данными при проектировании в электроэнергетике остаются еще мало изученными и недостаточно решенными.

Исследования показали, что в структуре автоматизированных систем управления можно выделить две части: обеспечивающую и функциональную. Состав основных частей регламентируется стандартами и другими методическими и руководящими материалами по созданию автоматизированных систем управления. Функциональную же часть составляют функции, которые выполняет АСУ, решение задач планирования

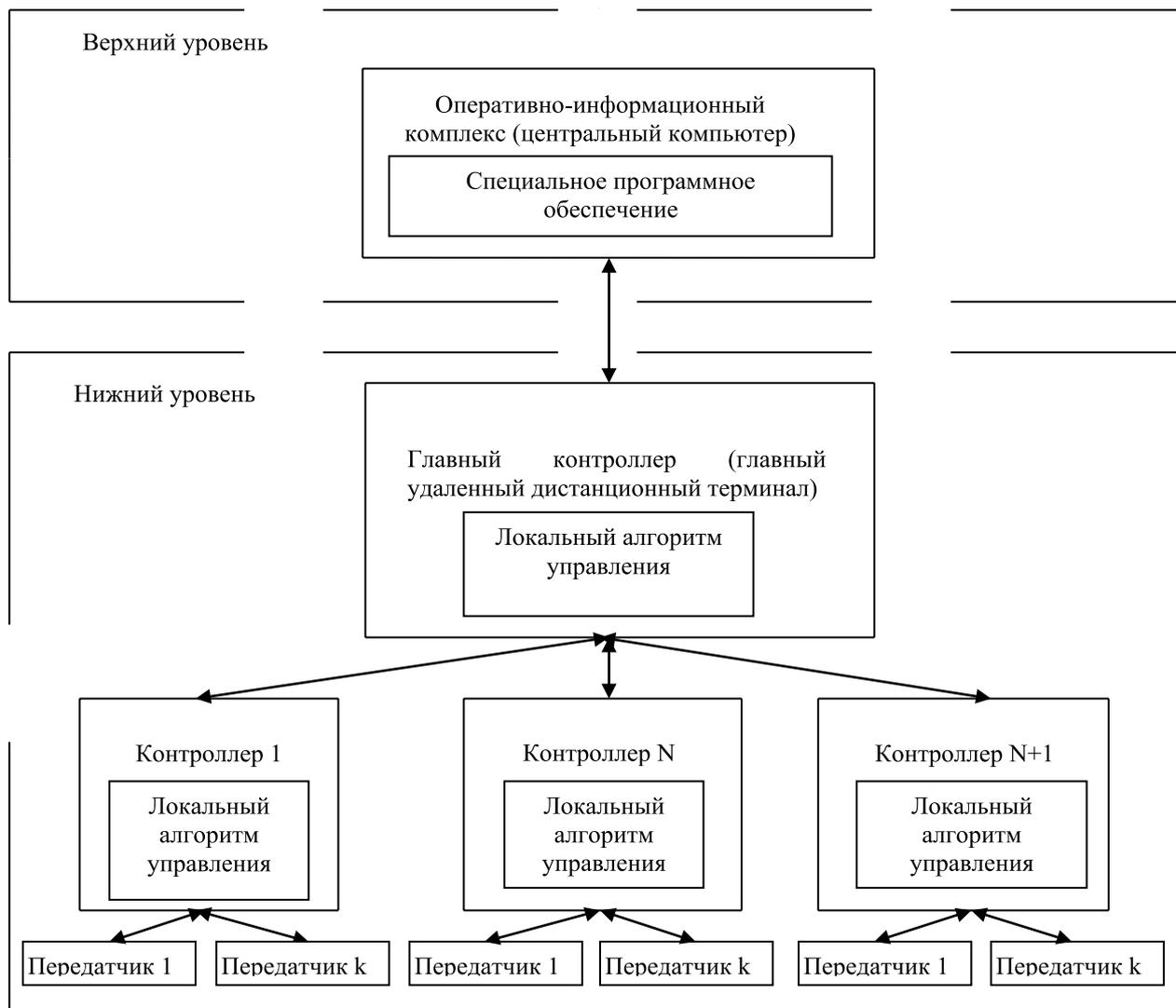


Рис. 1. Иерархия автоматизированной системы управления в электроэнергетике

режима, оперативного управления и автоматического управления.

Обеспечительная часть АСУ содержит подсистемы для автоматизации решения задач с использованием технических средств управления в установленных режимах функционирования. Как правило, состав обеспечительной части АСУ одинаков для разного типа систем. Это дает возможность обеспечить совместимость функционирования различных систем. При этом обязательными элементами АСУ являются информационное и программное обеспечение.

Информационное обеспечение может включать совокупность проектных решений по размещению, размерам и формам организации используемой информации в АСУ [7–9]. Оно состоит из совокупности классификаторов, показателей, нормативной базы,

а также персонала, который обеспечивает своевременность, надежность и качество технологий в системе обработки данных. Техническое обеспечение содержит в себе совокупность технических средств, используемых при функционировании АСУ, а также техническую документацию, руководящие и методические материалы и персонал, обслуживающий технические средства.

Программное обеспечение состоит из совокупности программ на определенных носителях, которые предназначены для отладки, функционирования и проверки АСУ. В состав программного обеспечения входят специальные и общесистемные программы, методические материалы и инструкции по использованию программ, а также работники, занимающиеся его сопровождением в течение жизненного цикла АСУ. К системному программному обеспечению мы относим программы, которые предназначены для организации

цифровых процессов и решения основных задач обработки данных.

Такие программы обеспечивают расширение функциональных возможностей цифровых средств, автоматизацию планирования очереди при проектировании в электроэнергетике. Специальные программы представляют набор средств, разрабатывающихся под требования конкретной АСУ, содержащей прикладные программы, которые выполняют организацию и обработку данных.

В то же время современные системы управления информационными данными являются трехуровневыми системами управления: это нижний уровень оборудования, средний уровень и верхний сервер, включающий уровень диспетчерских станций. На нижнем уровне — уровне датчиков, а также исполнительных устройств осуществляется согласование импульсов с входами системы, а также команд, которые издаются исполнительными устройствами. На среднем уровне контроллеров получается информация с измерительного оборудования о состоянии процесса, и выдаются команды управления, в соответствии с запрограммированным алгоритмом управления на исполнительные механизмы.

Практика показала, что программное обеспечение в рамках SCADA-систем позволяет осуществлять обмен данными, обработку данных, реализовать ведение базы данных, осуществлять контроль над аварийной сигнализацией и сообщениями о тревогах, создавать отчеты о ходе технологического процесса и передавать данные на верхние уровни. При этом существенное количество АСУ не оборудованы системами поддержки принятия управленческих решений. Никуда не делись проблемы принятия решений, связанные с определением из предложенной совокупности конкретной альтернативы при наличии информации о состоянии объекта и системы управления. Схематично взаимодействие верхнего и нижнего уровней управления АСУ представлено на рисунке 1.

До недавнего времени, большинство электрогенерирующих предприятий работало в режиме максимальной выработки электрической энергии. Соответственно, управление такими объектами осуществлялось с учетом возможностей, а значит на максимизацию выработки энергии с привлечением всех имеющихся ресурсов. Современные требования к режиму работы такого предприятия предусматривают повышение эффективности использования энергетического оборудования путем выполнения других регулирующих функций и выработки четко заданного количества электрической энергии, которая определяется графиком нагрузки потребителей.

Для повышения эффективности управления таким режимом актуальными стали новые задачи. Базовой стала задача определения активного состава электростанции с учетом динамики нагрузки, коэффициента эффективности электроустановок и возможностей средств аккумулирования энергии. Следует добавить, что условия эффективного использования различного типа электрогенерирующих предприятий определяются совокупностью критериев эффективности и системами ограничений.

Коэффициент эффективности энергоустановки представляет собой оценку состояния на основе многих параметров, среди них можно выделить: количество произведенной энергии, техническое состояние, количество включений и отключений, время работы. Кроме того, активный состав (используемые для производства энергии) установок определяет мощность и эффективность энергетической системы, но при этом необходимо учитывать технические и технологические воздействия процессов коммутации электроустановки.

Определение активного состава электрической станции позволяет повысить экономичность и надежность системы. Поскольку графики нагрузки являются неравномерными, то возможны ситуации, когда необходимо переформировать активный состав электрической станции для повышения эффективности использования энергетического оборудования и удовлетворения потребностей потребителей (нагрузки).

При проектировании также необходимо учитывать плановый осмотр, ремонт и разного рода поломки отдельных элементов электроустановок, которые обуславливают остановку отдельных энергетических установок и уменьшение мощности проектируемых электрогенерирующих предприятий. В данном случае переформирование активного состава электрической станции позволяет привлечь к работе другие имеющиеся электроустановки и компенсировать недополученную электрическую энергию. Изменение активного состава электростанции в данном случае возможно лишь при наличии исправных, незадействованных электроустановок.

Также необходимо учитывать существенное изменение нагрузки потребителей. В данном случае переформирование происходит для обеспечения потребностей потребителей электрической энергии. Данные задачи решаются с помощью многокритериальной оптимизации. При этом постановку задачи формулируют так, что нужно найти набор электрических установок, суммарная мощность которых будет максимально приближена к нагрузке, которую необходимо обеспечить, а эффективность выбранного набора будет максимальной.

Практика показала, что во время работы алгоритма необходимо выполнить две основные операции: разбиение исходного множества на меньшие подмножества, и нахождение оценок (сверху и снизу). Оценка сверху — это точка, которая гарантированно не меньше, а оценка снизу — гарантированно не больше максимума на заданном подмножестве. Множественное число с наибольшей оценкой сверху называется рекордным.

В этом случае необходимо выполнить следующие действия: считать все множественное число рекордным; рекордное множество разбить на подмножества; для новых подмножеств найти оценки сверху и снизу; определить максимальную оценку снизу среди всех подмножеств; удалить множества, у которых оценка сверху меньше максимальной оценки снизу; найти максимальную оценку сверху среди всех подмножеств и считать ее рекордной; если требуемая точность или дискретность не достигнута, перейти к начальному действию. Результатом работы такого алгоритма является значение между оценками сверху и снизу для рекордного множества. Точность определяется как разница между верхней и нижней оценками, то есть для дискретных множеств алгоритм завершается, когда эти оценки совпадают.

Данным алгоритм может быть использован при управлении информационными данными в электроэнергетике. Быстродействие данного алгоритма зависит от способа определения оценок и вида функции, но гарантированно не меньше полного перебора. Также можно использовать методы динамической оптимизации. Кроме того, современные системы управления электрическими станциями должны быть построены на базе промышленных контроллеров, которые предназначены для обработки информации с датчиков, размещаемых на электроустановках, и передачи их на высший уровень иерархии в компьютеризированные системы.

Далее должна происходить дальнейшая обработка полученных данных и представление их в интуитивно понятном виде управляющему работнику (верхний уровень управления технологическим действием). Для реализации такой архитектуры целесообразно использовать решения, которые позволяют реализовать удобный интерфейс связывания различных компонентов системы.

На основе анализа современных исследований нами обосновано применение технологии OLE (Object Linking and Embedding) для связывания и взаимодействия между различными программными приложениями. Технология OLE в дальнейшем может стать основой архитектуры COM (Component Object Model) в рамках

работы с элементами программного обеспечения. Использование технологии OLE для синтеза и анализа систем управления предполагает исследование технологии OPC (Open Platform Communications).

Актуальной задачей является также исследование возможности и разработки методики применения стандарта OPC при создании единого интерфейса для обеспечения эффективной работы программного продукта с устройствами или системами различных производителей. OPC стандарт разработан с целью предоставления разработчикам промышленных программ универсального фиксированного интерфейса в рамках обмена данными.

Однако большинство контроллеров, которые используются в электроэнергетике, управляются с помощью встроенной операционной системы, поэтому термины «контроллер» и «встраиваемая система» в контексте данной статьи имеют аналогичное значение.

В этом случае можно выделить три основных способа взаимодействия между встроенными системами и целевым программным обеспечением компьютера при проектировании систем электроснабжения:

1. «Одна встроенная система — одна программа». Каждой встроенной системе ставится в соответствие свое программное обеспечение, разрабатываемое фирмой-разработчиком данной системы. Использование данной методики позволяет достичь оптимальных результатов при обмене информацией. С другой стороны, поддержка и обновление программного обеспечения для большого количества встроенных систем требует дополнительных ресурсов;
2. «Одна встроенная система — много приложений». При таком взаимодействии каждая система может представлять открытый интерфейс для отдельных компаний разработчиков программного обеспечения, в результате чего каждая программа, которая поддерживает его, имеет возможность взаимодействовать со встроенной системой. В таком случае, разработка системы упрощается, поскольку созданием программного обеспечения могут заниматься, как разработчики встроенной системы, так и другие лица.
3. «много встроенных систем — много приложений». При таком способе взаимодействия каждая система имеет определенный программный интерфейс, который обеспечивает одинаковый для всех встроенных систем стандартный интерфейс. Пользовательские системы, предоставляют свой стандартный интерфейс, таким образом, может быть обеспечено взаимодействие между встроенными системами.

Подводя итоги, можно отметить, что реализация каждого из приведенных методов взаимодействия по индивидуальным алгоритмам и инструментариям создает некоторые трудности при эксплуатации таких систем, поэтому логичным в данном случае является применение стандарта OPC, который используя еди-

ный программный интерфейс, обеспечивает доступ программного продукта к устройствам и системам разных производителей, то есть использование данного стандарта обеспечивает унификацию разработанных средств для контроллеров различных производителей при проектировании систем электроснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безбожнов, О.Н. Интеллектуальные сети энергоснабжения: мониторинг качества электроэнергии [Текст] / О.Н. Безбожнов, Д.И. Чадаев // НБИ технологии. — 2022. — Т. 16. — № 2. — С. 5–10.
2. Буднов, Н.А. Разработка системы поддержания доступности отказоустойчивого кластера в условиях перебоев электропитания [Текст] / Н.А. Буднов, А.В. Мансуров // Символ науки: международный научный журнал. — 2020. — № 4. — С. 16–20.
3. Виноградов, А.В. Применение мультиконтактных коммутационных систем с мостовой схемой и четырьмя выводами в схемах электроснабжения потребителей и кодирование возникающих при этом ситуаций [Текст] / А.В. Виноградов, А.В. Виноградова, А.А. Марин // Вестник НГИЭИ. — 2019. — № 3 (94). — С. 41–50.
4. Егоров, А.В. Некоторые вопросы взаимодействия информационно-измерительных систем и автоматизированных систем управления электроснабжением / А.В. Егоров, Г.Н. Малиновская, И.Ю. Храбров // Территория Нефтегаз. — 2016. — № 9. — С. 18–24.
5. Наумов, И.И. Законодательные и экономические аспекты внедрения smart grid в Российской Федерации, проблемы и перспективы их использования [Текст] / И.И. Наумов, М.А. Тарасюк, Д.Е. Моторин // Дневник науки. — 2021. — № 5 (53). — С. 27–31.
6. Панков, О.В. Внедрение системы мониторинга цифрового РЭС на объектах ОАО «Сетевая компания» / О.В. Панков, Е.А. Карташева // Автоматизация и ИТ в энергетике. — 2018. — № 6 (107). — С. 31–34.
7. Серебряков, А.С. Теоретическое обоснование основных соотношений для информационного обеспечения интеллектуальных систем управления трансформаторными подстанциями / А.С. Серебряков, В.Л. Осокин // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. — 2018. — № 8. — С. 59–65.
8. Фомин, И.Н. Методы верификации и валидации при решении задач совершенствования взаимоотношений между поставщиками и потребителями электроэнергии / И.Н. Фомин // Промышленная энергетика. — 2016. — № 9. — С. 11–17.
9. Шведенко, В.В. Методология организации полиструктурной системы обеспечения информационного взаимодействия и мониторинга процессов генерации, транспорта, распределения и потребления электрической энергии / В.В. Шведенко, А.Е. Мозохин // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. — 2021. — № 2 (60). — С. 71–82.

© Деримедведь Константин Григорьевич (mmm99@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI 10.37882/2223–2966.2023.04.12

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА СТАНЦИИ МОНОРЕЛЬСА

ENSURING FIRE SAFETY AND ORGANIZATION OF FIRE EXTINGUISHING AT THE MONORAIL STATION

**A. Ivanov
S. Anikin**

Summary. The analysis of the fire danger of the monorail station was carried out, the data obtained on the spread of fire hazards, evacuation, working hours by fire departments allowed us to form a model of the totality of factors affecting the organization of the work of fire departments, which in turn allowed us to develop a model for determining the optimal decision-making task by the fire extinguishing manager minimizing the consequences of insufficient training and accumulated combat experience.

Keywords: fire, evacuation, fire hazards, risk, decision-making.

Иванов Алексей Андреевич

Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России (г. Москва)
skivanov@gmail.com

Аникин Сергей Николаевич

Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России (г. Москва)
Neytrinos@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ пожарной опасности станции монорельса, полученные данные о распространении опасных факторов пожара, эвакуации, времени работы пожарными подразделениями позволили сформировать модель совокупности факторов, влияющих на организацию работы пожарных подразделений, что в свою очередь позволило разработать модель определения оптимальной задачи принятия решения руководителем тушения пожара минимизируя последствия недостаточного уровня подготовки и накопленного боевого опыта.

Ключевые слова: пожар, эвакуация, опасные факторы пожара, риск, принятие решения.

Московская монорельсовая транспортная система — очень известный экскурсионный подвижной состав разработанный и введенный в эксплуатацию в конце 2004 года. Несмотря на весьма обширную критику в СМИ продолжает свою эксплуатацию. За все время эксплуатации монорельса произошло всего 3 возгорания:

25 декабря 2009 — произошло короткое замыкание в одном из вагонов монорельса [1];

07 ноября 2010 — На станции Выставочный центр монорельса загорелся моторный отсек одного из вагонов поезда [2];

23 декабря 2013 — пожар в подсобном помещении станции «Тимирязевская» [3].

Московская монорельсовая транспортная система состоит из самой дороги «монорельсовая транспортная система» и здания, которые соответствуют зданию классов функциональной пожарной опасности Ф3.3 — вокзалы.

Для получения достоверных данных произведем необходимые расчеты величин пожарного риска.

На основе планировок станций монорельсовой дороги было спроектировано здание с планировкой схожей с реальными помещениями.

Время блокировки путей эвакуации определено по зонной модели расчета динамики опасных факторов пожара (далее — ОФП), соответствующие требованиям действующего приказа [4].

С целью получения результатов расчета риска было произведено 2 расчета ОФП и эвакуации.

Расчет эвакуации производился по упрощенной аналитической модели движения людского потока в программном комплексе RiskManager, для определения расчетного времени эвакуации людей из помещений и зданий по расчету времени движения нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

Расчет эвакуации и распространения ОФП показал, что время блокирования составило 2,761 минуты, а наибольшее время эвакуации 1,758 минуты.

Согласно действующей методики необходимо произвести расчет вероятности эвакуации и риска.

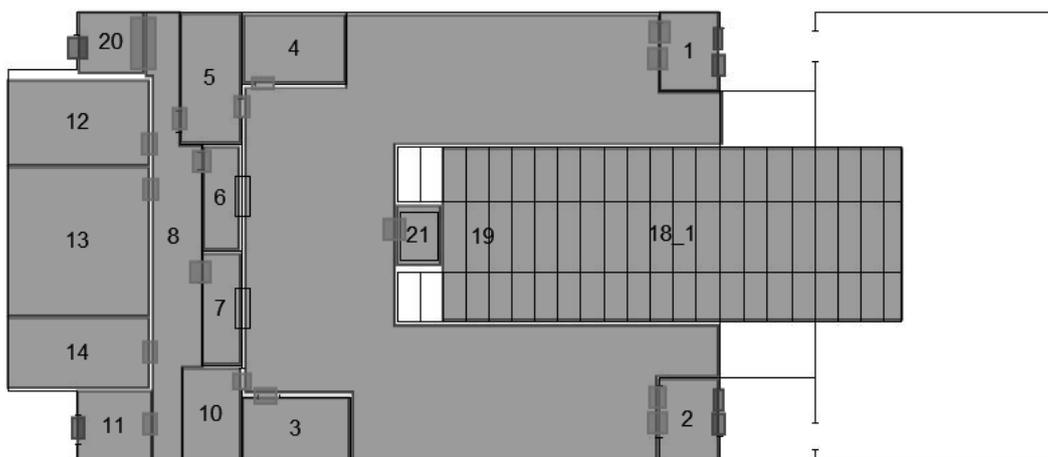


Рис. 1. Планировка первого этажа

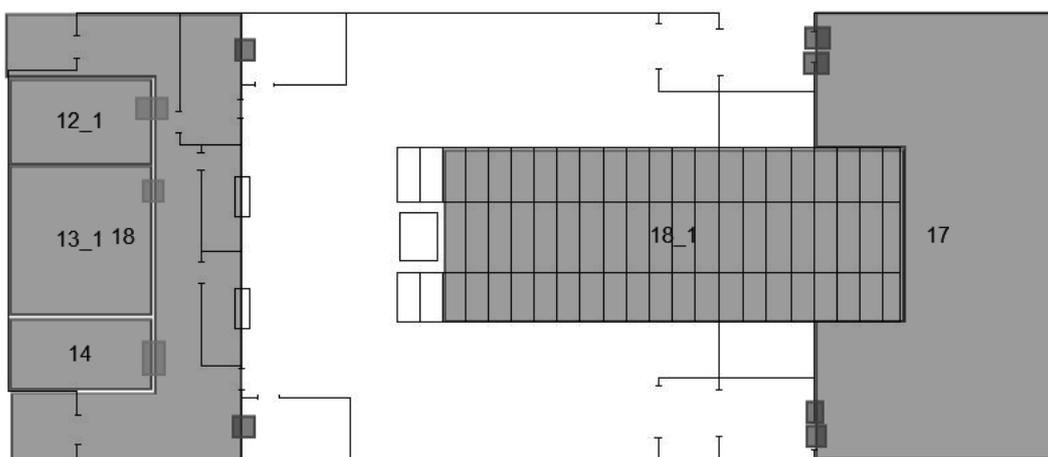


Рис. 2. Планировка второго этажа

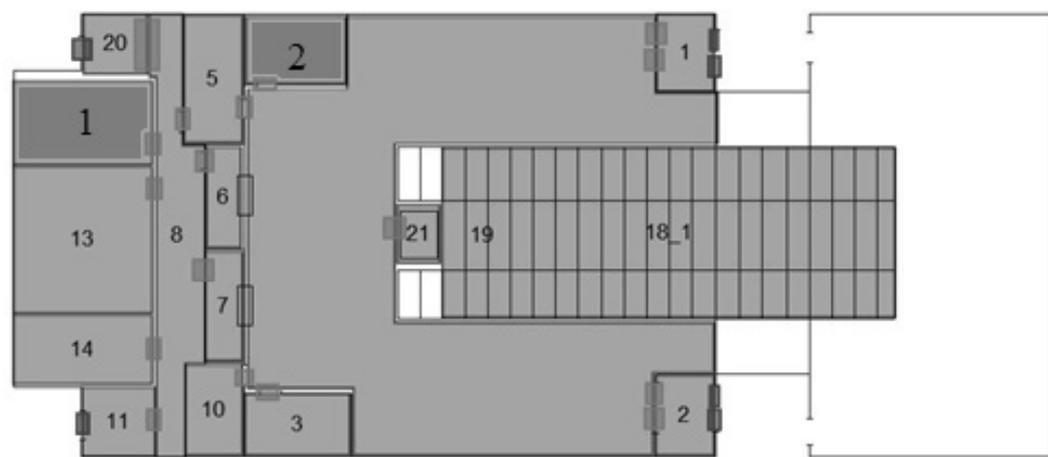


Рис. 3. Схема 1 этажа с выбранными помещениями с очагом пожара

Таблица 1. ОФП в расчетных точках

| Контр. точка № / Помещение № | Контрольный участок пути / Время эвакуации | Время блокирования, мин. | Необходимое время, мин. | По температуре, мин. | По потере видимости, мин. | По недостатку кислорода, мин. | По содержанию углекислого газа, мин. | По содержанию угарного газа, мин. | По содержанию хлороводорода, мин. | По тепловому потоку, мин. |
|------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 2 / 11 | 30–28/ 0,108 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 3 / 1 | 24–31/ 1,758 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 / 8 | 9–10/ 0,05 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 / 20 | 29–12/ 0,076 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 1 / 19 | 20–21 / 0,038 | 2,5762 | 2,0609 | 3,3495 | 2,5762 | 5 | 5 | 5 | 3,1183 | 5 |
| 2 / 1 | 24–31 / 1,758 | 2,7616 | 2,2093 | 3,3887 | 2,7616 | 5 | 5 | 5 | 3,1265 | 5 |
| 3 / 11 | 30–28 / 0,179 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 / 20 | 29–12 / 0,076 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

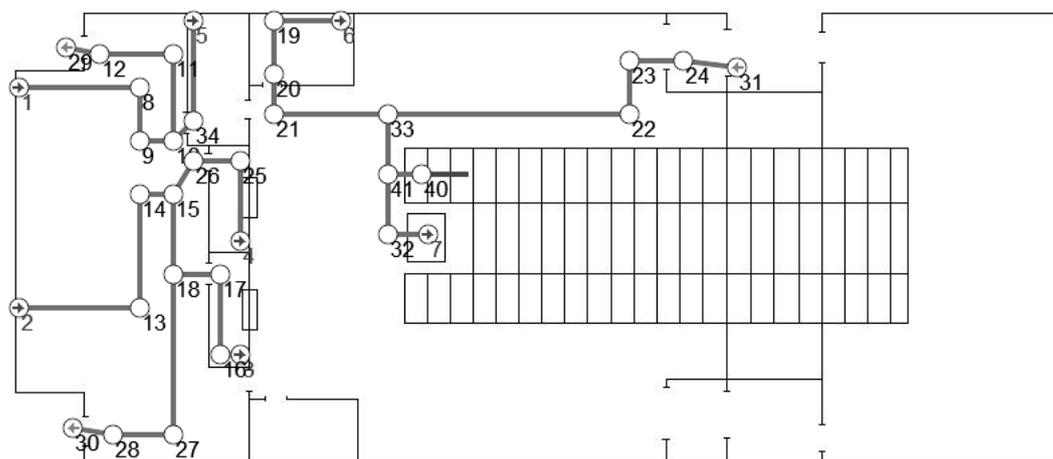


Рис. 4. Схема эвакуации 1 этаж

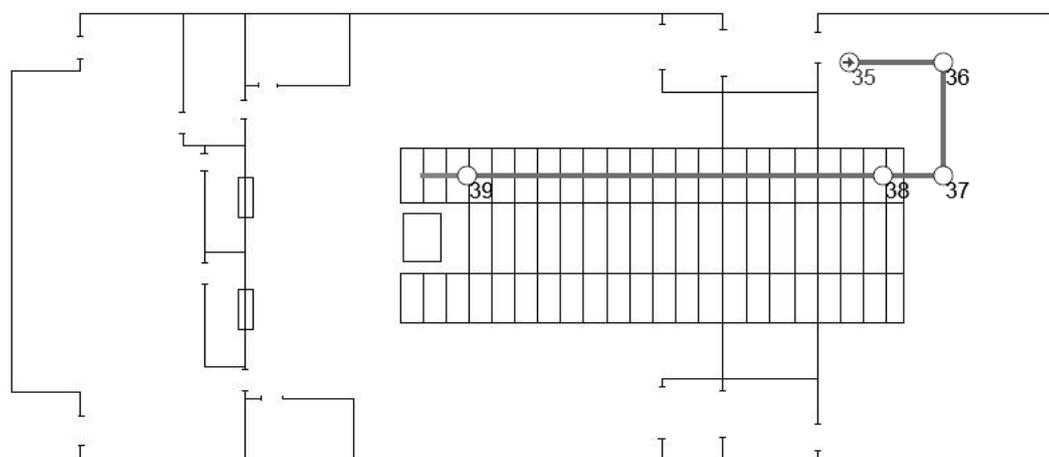


Рис. 5. Схема эвакуации 2 этаж

Таблица 2. Показатели развития опасных факторов пожара. 1 расчет

| Контрольная точка | Фактическое (расчетное) время эвакуации (t_p) (мин) | Время блокирования ($t_{бл}$) (мин) | Необходимое время ($t_{бл} \cdot 0,8$) (мин) | Время начала эвакуации ($t_{нэ}$) (мин) | Вероятность эвакуации, $P_э$ |
|-------------------|---|---------------------------------------|--|---|------------------------------|
| Точка 2 | 0 | 5 | 4 | 2 | 0,999 |
| Точка 3 | 0 | 5 | 4 | 2 | 0,999 |
| Точка 4 | 0 | 5 | 4 | 2 | 0,999 |
| Точка 5 | 0 | 5 | 4 | 2 | 0,999 |

Таблица 3. Показатели развития опасных факторов пожара. 2 расчет

| Контрольная точка | Фактическое (расчетное) время эвакуации (t_p) (мин) | Время блокирования ($t_{бл}$) (мин) | Необходимое время ($t_{бл} \cdot 0,8$) (мин) | Время начала эвакуации ($t_{нэ}$) (мин) | Вероятность эвакуации, $P_э$ |
|-------------------|---|---------------------------------------|--|---|------------------------------|
| Точка 1 | 0 | 2,576 | 2,061 | 2 | 0,999 |
| Точка 2 | 0 | 2,762 | 2,209 | 2 | 0,999 |
| Точка 3 | 0 | 5 | 4 | 2 | 0,999 |
| Точка 4 | 0 | 5 | 4 | 2 | 0,999 |

Определение вероятности эвакуации людей из здания при пожаре

Сравнение расчетов эвакуации и распространения опасных факторов пожара, с произошедшими пожарами сигнализирует нам о правильном урегулировании зависимостей, возникающих при принятии, применении и исполнении обязательных требований к зданиям и сооружениям, а также оценке соответствия требованиям [5].

Детерминированная часть расчетов методики [4] соответствует минимальным требованиям по обеспечению пожарной безопасности эвакуируемых в части распространения и воздействия ОФП, что позволяет, опираясь на расчетные данные, утверждать об обеспечении пожарной безопасности, сформулированной в ст. 5 «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» [6].

При проведении расчетов вероятности эвакуации людей и определении распространения ОФП, учитываются:

- ♦ установки автоматического пожаротушения и их требования;
- ♦ системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

В перспективе, с целью отказа от экспертного метода выбора сценария или сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей автором предлагается прово-

дить расчет всех помещений на предмет наличия очага пожара (что достаточно трудоемко), либо разработка нового подхода, основанного на математическом обосновании выбора помещения с очагом.

Определение величины индивидуального пожарного риска

Расчетная величина индивидуального пожарного риска рассчитывается по формуле:

$$Q_{в, I} = Q_{н, I} \cdot (1 - K_{ан, I}) \cdot P_{нр, I} \cdot (1 - P_{э, I}) \cdot (1 - K_{пз, I})$$

Результаты расчетов риска по каждому из сценариев приведены ниже

1 расчет

$$Q_{в, 1} = 4 \cdot 10^{-2} \cdot (1 - 0,9) \cdot 0,54 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) = 2,7 \cdot 10^{-7}$$

2 расчет

$$Q_{в, 2} = 4 \cdot 10^{-2} \cdot (1 - 0,9) \cdot 0,54 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) = 2,7 \cdot 10^{-7}$$

Расчетная величина пожарного риска составила:

$$Q_{в} = \max\{Q_{в, 1}, Q_{в, 2}\} = 2,7 \cdot 10^{-7}$$

Управление пожарной безопасностью в жестких условиях соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности, указанных в ст. 6 Технического регламента [6], позволяет варьировать величине пожарного риска с целью достижения максимального

Таблица 4. Сводные расчётные данные по сценариям

| Сценарий | Q_d | $K_{ап}$ | $P_{пр}$ | $P_э$ | $K_{лз}$ | $Q_в$ |
|----------|-------------------|----------|----------|-------|----------|---------------------|
| 1 расчет | $4 \cdot 10^{-2}$ | 0,9 | 0,54 | 0,999 | 0,8704 | $2,7 \cdot 10^{-7}$ |
| 2 расчет | $4 \cdot 10^{-2}$ | 0,9 | 0,54 | 0,999 | 0,8704 | $2,7 \cdot 10^{-7}$ |

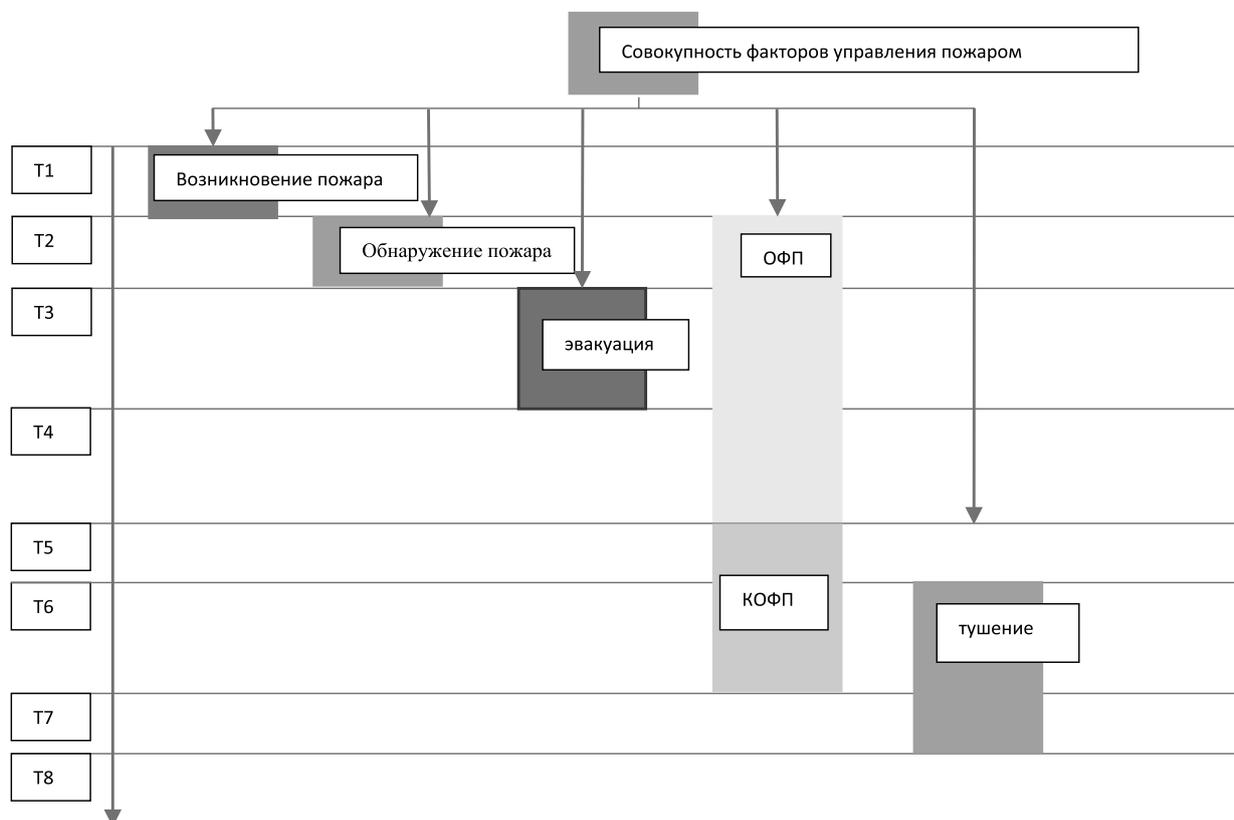


Рис. 6. Модель временных периодов пожара

Где: T1 — время возникновения пожара

T2 — время обнаружения пожара

T3 — начало эвакуации

T4 — окончание эвакуации

T5 — достижение критических значений ОФП

T6 — начало тушения

T7 — прекращение ОФП

T8 — ликвидация пожара

экономического эффекта без угрозы жизни, здоровью граждан и ущерба юридическим лицам.

Таким образом, сводные результаты показали, что в случае возникновения пожара безопасность людей, находящихся в здании, обеспечена, время эвакуации составит 1,75 мин (105 с), при минимально необходимом времени эвакуации — 2,06 мин (123,6 с), то есть, посетители успеют эвакуироваться из здания станции до наступления опасных факторов для жизни.

Учитывая вышеупомянутые расчеты распространения ОФП и эвакуации людей, была выдвинута временная модель пожара, учитывающая возможные сценарии развития пожара.

Данная модель помогает сформировать прогноз относительно поведения руководителя тушения пожара в тех или иных ситуациях. Стоит отметить высокую вариативность данной модели, позволяющую адаптироваться под любой пожар.

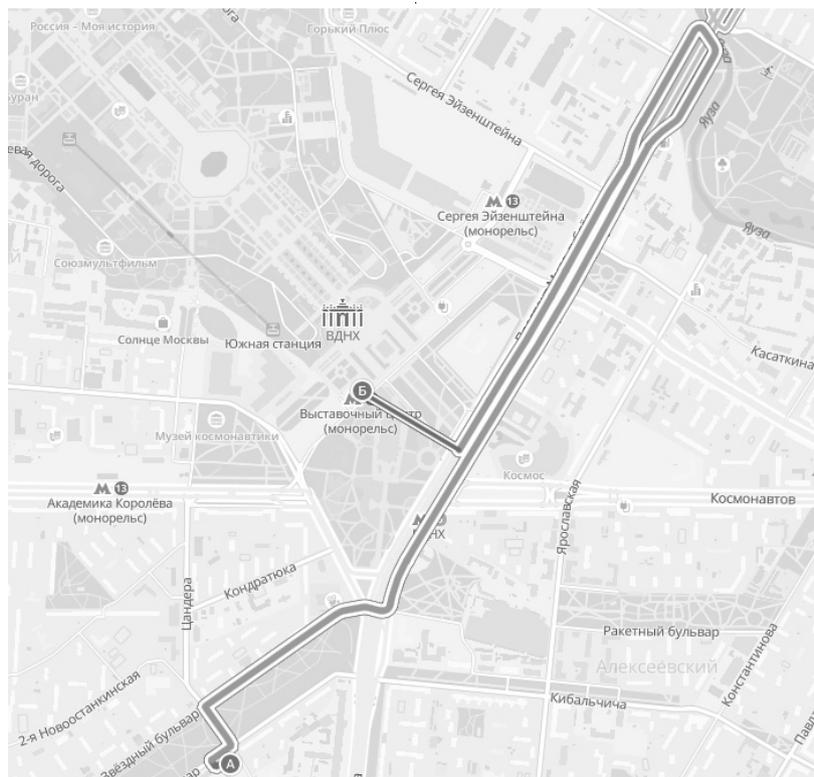


Рис. 7. Маршрут движения пожарно-спасательных подразделений

Учитывая прямую взаимосвязь организации успешного тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ (в том числе спасение людей) с минимальным ущербом от времени прибытия, нельзя усомниться в важности такого фактора, как время прибытия пожарно-спасательного подразделения к месту пожара.

В соответствии с приведенным расчетом, время эвакуации людей со станции монорельса («Выставочный центр»), составит 105 секунд, при этом время прибытия первых пожарно-спасательных подразделений специализированной пожарно-спасательной части № 69 Главного управления МЧС России по г. Москве (Звездный бульвар, д.7) к месту пожара составит не более 10 минут с учетом пробок. Для проработки маршрута следования использовались мощности интерактивной геопозиционной навигационной системы 2ГИС [7]. При расчете маршрута учитывается максимально загруженная дорожная обстановка, когда возможности следовать по встречной дорожной полосе для пожарно-спасательных подразделений отсутствует.

Управление силами и средствами на пожаре представляет собой совокупность целенаправленных действий, характеризующих постепенное поэтапное выполнение основной боевой задачи на пожаре.

В существующих современных условиях модернизации и унификации подходов в том числе и к управлению подразделениями пожарной охраны, значительную роль играют цифровизация и повсеместная компьютеризация. Данные веяния в настоящее время уже касаются и пожарной охраны, поскольку и документы предварительного планирования уже используются в цифровом виде на месте пожара, руководители разного уровня на пожаре оснащаются планшетами и компьютерами для решения оперативных задач управления, расчет алгоритмов по управлению силами и средствами также выполняется на компьютере, входящем в перечень оборудования штаба пожаротушения на месте пожара и т.д.

Возникающие вопросы к должностным лицам, ответственным в той или иной мере за развитие и организацию оперативно-служебной деятельности пожарно-спасательного подразделения, которые обсуждаются после отчетных оценочных периодов (квартал, год), предполагает формирование принятое концептуального решения, которые должны учитываться. Концептуальные решения предоставляют возможность оценивать проблемные ситуации при организации соответствующей деятельности, а также учитывать при подготовке решений на реализацию альтернативных вариантов решений, следовательно, осуществлять выбор наиболее оптимальных решений, влияющих

на возможные последствия при реализации решений, влияющих на успешность оперативно-служебной деятельности как таковой [8].

Вместе с тем, следует понимать, что реализация применения концептуальных решений не является априори абсолютно эффективной и верной, а является лишь определяющим вектором исследования текущих входящих данных по аналогичным пожарам. В любом случае, складывающаяся обстановка на пожаре в детерминантных показателях на конкретный момент времени всегда является уникальным явлением, обуславливаемым широким диапазоном вариативности этих показателей, а также возможными их комбинациями. Уникальность событий влечет необходимость принятия решений руководителем тушения пожара (далее — РТП), которое также может быть оценено как явление уникальное. То есть, с большой долей вероятности можно предположить, что фактически РТП принимает решение уникальное в своем роде, характерное для текущей складывающейся обстановки.

Таким образом, модель определения задачи принятия решения (SD) в определенный момент времени можно описать как элемент-решение, входящий в множество возможных конструктивных решений на пожаре (P) в принципе.

Таким образом:

$$SD(P) = (OP_n \in SP)$$

где $SD(P)$ — модель определения оптимальной задачи принятия решения;

SP — набор альтернатив решения текущей задачи ($S = \{O_1, O_2, O_3 \dots O_n\}$);

OP — исходные оперативные данные для решения боевой задачи;

OP_n — конкретный выбор (альтернатива) решения текущей задачи.

Вместе с тем, при тушении пожаров железнодорожных составов зачастую возникают ситуации, принципиально отличающиеся от абсолютного большинства подобных. При этом помимо конструктивных решений, позитивно влияющих на обстановку на пожаре, РТП в силу различных причин может принять решение с деструктивной совокупной диспозицией в части эффективности, тем не менее входящее в набор альтернатив. Описать это можно следующим образом:

$$SD(P) = (OP_n \in SP \supset DP_1)$$

где DP_1 — альтернатива с совокупной отрицательной диспозицией.

В конечном итоге, стремление РТП привести процесс организации тушения пожара железнодорожного транспорта (монорельса) к максимально позитивному сценарию очевиден, однако, следует брать в учет тот факт, что уровень подготовки и накопленный боевой опыт существенно влияет на результативность достижения этой цели в абстрактном понимании. Эта вариативность может быть сведена к минимуму, например, в результате применения соответствующего программного обеспечения. В качестве множества входных лингвистических переменных принимаются факторы обстановки на пожаре, характеризующие текущую ситуацию в определенный момент времени, начиная с момента поступления сообщения [9,10].

Учитывая ограниченные возможности по одновременной обработке и анализу входящих данных отдельного человека, нельзя не отметить, что формализация входных данных по складывающейся обстановке на пожаре позволит сформировать массив данных, который впоследствии может быть с кратно более высокой скоростью обработан при помощи компьютера. В частности, данная проблема может быть решена путем применения предварительно обученной нейросети [11].

Вопрос реализации оптимального решения в дискретный в оперативно-тактическом смысле момент времени, является ключевым для руководителя тушения пожара. Вместе с тем, нельзя отрицать влияния пласта определяющих факторов, предшествующих формированию оперативной обстановки к моменту прибытия пожарно-спасательных подразделений, таких как корректная работа пожарной автоматики, поведение людей и т.д., поскольку, например, только неуспешная эвакуация из помещений объекта защиты кардинально меняет модель передачи команд руководящим составом на начальном этапе тушения пожара.

Заключение

Подведя итог, следует сказать, что совокупность работы таких факторов, как пожарная автоматика на станции монорельса, корректная работа оповещения, грамотные действия работников станции, личная дисциплинированность пассажиров, внедряемые цифровые технологии в области организации пожаротушения железнодорожных составов способны существенно улучшить ситуацию с безопасностью людей в случае возникновения пожаров на станции монорельса. Динамическое развитие компьютерных мощностей позволяет в короткие сроки определить и представить различные варианты для действий, что в конечном итоге приведет к качественному совершенствованию общей модели оперативной организации тушения пожаров подвижного железнодорожного состава в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Задымление в одном из составов монорельсовой дороги возникло из-за короткого замыкания. / Новости. Первый канал www.1tv.ru / URL: https://www.1tv.ru/news/2009-12-25/157595-zadymlenie_v_odnom_iz_sostavov_monorelsovoy_dorogi_vozniklo_iz_za_korotkogo_zamykaniya (дата обращения: 16.12.2022).
2. На монорельсовой дороге в Москве загорелась проводка / РИА Новости www.ria.ru / URL: <https://ria.ru/20101107/293570738.html> (дата обращения: 16.12.2022).
3. На станции «Тимирязевская» монорельсовой системы загорелась подсобка / Москва Новости www.mosday.ru / URL: <https://mosday.ru/news/item.php?250217> (дата обращения: 16.12.2022).
4. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (с изменениями и дополнениями) / информационно-правовой портал гарант.ру. URL: <https://base.garant.ru/12169057/> (дата обращения: 16.12.2022).
5. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» / информационно-правовой портал гарант.ру. URL: <https://base.garant.ru/12129354/> (дата обращения: 16.12.2022).
6. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» / информационно-правовой портал гарант.ру. URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения: 16.12.2022).
7. База данных и карта 2ГИС / 2ГИС / URL: <https://2gis.ru/moscow/firm/70000001027739102?m=37.632529%2C55.814477%2F16>
8. Берсуцкий, А.Я. Развитие концептуальных подходов к формированию систем принятия решений // Экономика промышленности. 2005. № 5. С. 102–109.
9. Денисов А.Н., Цокурова И.Г., Аникин С.Н. Модель и алгоритм управления рисками гибели пожарных при тушении пожаров на металлургических предприятиях // Computational Nanotechnology, 2021. Т. 8. № 3. С. 76–85.
10. Денисов А.Н., Данилов М.М., Аникин С.Н., Цокурова И.Г. Условия многозадачности управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении подвижного железнодорожного состава на металлургических предприятиях // Computational Nanotechnology. 2022. Т. 9. № 1. С. 39–46.
11. Цокурова И.Г., Аникин С.Н., Данилов М.М., Денисов А.Н. Критерий многозадачности управления силами при тушении подвижного железнодорожного состава на металлургических предприятиях // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. 2022. № 11. С. 194–199.

© Иванов Алексей Андреевич (skivanovy@gmail.com), Аникин Сергей Николаевич (Neytrinos@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ МОДУЛЬНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ ПОДБОРА ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА

THE METHOD OF BUILDING A MODULAR MEDICAL INFORMATION SYSTEM ON THE EXAMPLE OF THE DEVELOPMENT OF A DRUG SELECTION PROGRAM

I. Kiryakov
S. Molodyakov

Summary. The issues of implementing modular medical information systems are considered, that supports to connect new modules and replace old ones with new more advanced modules. The software of the medical system is developed using a micro-service architecture. The architectural scheme of the system is presented. The analysis of data exchange technologies and testing was carried out, also the technology of remote procedure call gRPC was highlighted. A template and the first modules related to the task of drug selection have been developed.

Keywords: information system, micro service architecture, data exchange, drug, API.

Киряков Иван Михайлович

Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
kiryakov.i@edu.spbstu.ru

Молодяков Сергей Александрович

Д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
molodyakov_sa@spbstu.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы построения модульных медицинских информационных систем, в которых обеспечивается возможность не только подключения новых, но и замена старых модулей новыми более совершенными модулями. Программное обеспечение медицинской системы разрабатывается с использованием микросервисной архитектуры. Представлена архитектурная схема системы. Проведен анализ технологий обмена данными, проведено тестирование, выделена технология удаленного вызова процедур gRPC. Разработаны шаблон и первые модули, связанные с задачей подбора лекарственного препарата.

Ключевые слова: информационная система, микросервисная архитектура, обмен данными, лекарственный препарат, API.

Введение

Современная медицина отличается тем, что в ней широко применяются информационные системы. Такими системами являются системы определения заболеваний, поиска медицинской информации, анализа большого массива данных из истории болезней и другие. Часто в медицинских информационных системах (МИС) применяются методы искусственного интеллекта (ИИ), в частности методы, связанные с использованием нейронных сетей [1]. Особенностью современных информационных технологий является непрерывное совершенствование методов и алгоритмов используемых в МИС. Так за последние два года сделан существенный шаг в развитии средств и методов определения заболеваний легких по рентгеновским снимкам. В результате возникает необходимость добавления и/или замены в МИС отдельных алгоритмов на другие. Такая замена возможна, если каждый алгоритм упаковать в отдельный модуль, а МИС будет представлять собой модульную систему.

В настоящее время наиболее современный подход для построения модульной системы связан с использо-

ванием микросервисной архитектуры для построения программного обеспечения. В этом случае приложение представляет собой совокупность слабосвязанных сервисов. Разработка каждого сервиса может вестись независимо от других, возможна замена отдельных сервисов [2, 3].

Настоящая работа является первым этапом создания модульной МИС по автоматизации рабочих процессов, совершаемых врачами в медицинских организациях. Программное обеспечение (ПО) разрабатывается с использованием микросервисной архитектуры. Разработаны первые модули, связанные с задачей подбора лекарственного препарата при помощи инструментов на основе ИИ. Рассмотрены технологии обмена данными, которые используются в МИС.

Концепция разрабатываемой системы

В мире разработки ПО преимущественно используются две популярные архитектуры разработки приложений: монолитная и микросервисная. Выбор конкретного архитектурного решения зависит от многих факторов, в частности, назначения разрабатываемой

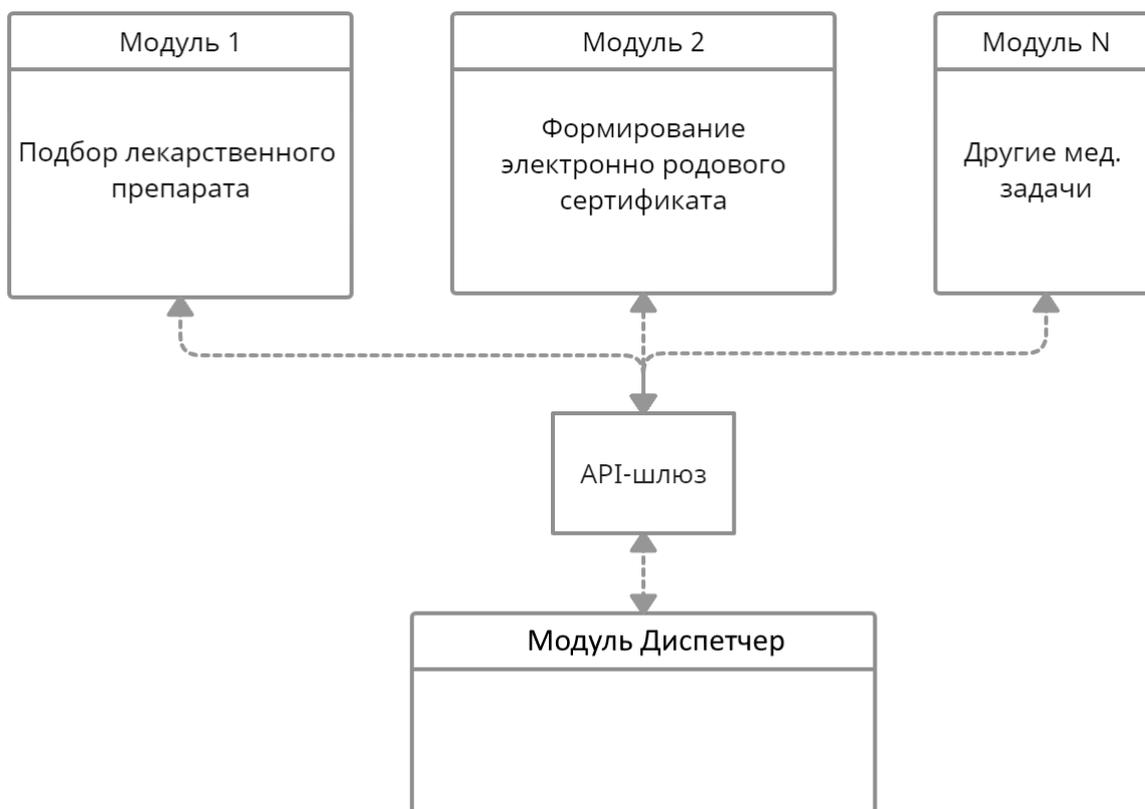


Рис. 1. Архитектура системы

системы. В рамках современных проектов, нуждающихся в легкой масштабируемости, в последнее время предпочтение отдается микросервисам [2]. Поэтому основой разработки МИС является микросервисная архитектура. Каждый сервис работает в своем процессе и взаимодействует с другими сервисами при помощи API-шлюза т.е. советующей технологии обмена данными.

На рис. 1 представлена схема медицинского модульного комплекса, который, предназначенный для автоматизации процесса медицинского обслуживания пациента.

Данный модульный комплекс будет иметь возможность динамического присоединения и отсоединения нужных модулей, которые могут быть использовано как последовательно, так и на прямую по отдельности. Каждый модуль представляет самостоятельную единицу, которая в полной мере выполняет свою задачу и имеет возможность передавать нужные данные по API «следующему модулю». В качестве «следующего модуля» может выступать модуль Диспетчер, который будет поддерживать интерфейс пользователя, организовывать вызов других модулей. В данной работе излагается разработка конкретного модуля «Подбор лекарственного

препарата», также подобным образом может быть преобразована в модуль разработанная нами программа обнаружения COVID-19 [4].

Анализ технологий обмена данными при микросервисной архитектуре

При проектировании приложения на микросервисной архитектуре одним из основных вопросов является взаимодействие между ее модулями. Рассмотрим известные решения и определим наилучшее решение для обмена данными между приложением-клиентом и приложением-сервером. Обмен данными между приложениями относится к элементу программного интерфейса API (Application Programming Interface), который может быть вызван или выполнен на различных уровнях абстракции в системе.

Для рассмотрения были выбраны следующие используемые технологии [5, 6]:

- ◆ протокол простого доступа к объектам (SOAP)
- ◆ передача репрезентативного состояния (REST)
- ◆ удаленный вызов процедур (gRPC)

Акцентируем внимание на таком критерии как особенности применения технологии обмена данными.



Рис. 2. Принцип обмена данными

Весь процесс обмена данными сводится к принципу изображенный на рис. 2.

В настоящее время разработка приложений ведётся на объектно-ориентированном языке программирования, например Java, C# и др. Соответственно данные, над которыми осуществляется манипуляция в алгоритмах приложения находятся в состоянии объекта, представляющий класс на языке программирования ООП. Для передачи объекта осуществляется её преобразование в соответствующий формат данных, т.е. сериализация, а при получении осуществляется её обратный процесс, т.е. десериализация. Самыми популярными форматами сериализации данных на сегодняшний день являются JSON (JavaScript Object Notation), XML (eXtensible Markup Language) и Protocol Buffers (Protobuf). Для передач данных в SOAP используется XML, для REST нет фиксированного формата передачи сообщений, а gRPC используется Protocol Buffers.

Реализация механизма обмена данными сопровождается некоторыми трудностями, которые необходимо преодолеть разработчикам и программистам, чтобы обеспечить согласованность между участниками обмена данными.

Опишем, как разрешается данная проблематика в приведённых механизмах:

SOAP использует WSDL (Web Services Description Language) — язык описания веб-сервисов и доступа к ним, основанный на языке XML. WSDL — это свод правил общения с сервисом, соблюдая которые можно осуществить взаимодействие с данным сервисом. Для языка C# имеются утилиты, способные осуществить генерацию необходимого кода на основании WSDL для осуществления обмена данными, включая этапы сериализации и десериализации, но не для всех распространённых языков программирования имеются такие утилиты и весь механизм обмена придётся программи-

ровать своими силами используя библиотеки своего языка программирования.

REST это архитектурный стиль, ориентированный на использование HTTP в качестве транспортного протокола. В отличие от SOAP, для REST нет фиксированного формата передачи сообщений, также отсутствует и схема информационного обмена [5]. Для взаимодействия с сервером можно использовать XML, JSON или любой другой удобный формата. REST не имеет стандартного языка описания взаимодействия. Для того чтобы вернуть что-то нужное, требуется многократно вызывать REST. Управление данными происходит с помощью методов HTTP: GET, POST, PUT, DELETE. Данный механизм является весьма трудозатратным для реализации и несет издержки в будущем так как отсутствуют механизм позволяющий обеспечить согласованность между участниками обмена данными т.е. схема информационного обмена. Основной плюс REST это высокое быстродействие, по сравнению с другими механизмами и более простое в использовании. Это связано с тем, что REST не «перегружен» различными протоколами и стандартами.

gRPC в качестве схемы информационного обмена используется proto-файл, который представляет механизм, позволяющий обеспечить согласованность между участниками обмена данными, и соответственно избавляет от издержек в разработке в будущем. gRPC предоставляет механизмы независимые от языка и платформы сериализации структурированных данных с прямой и обратной совместимостью. Данная технология дает возможность определить структуру данных, затем генерируется исходный код для записи и чтения структурированных данных, при этом могут использоваться различные языки программирования. Также можно выделить быстродействие данного механизма, форматы JSON и XML — текстовые, в отличие от Protobuf используемый в gRPC, который является бинарным и вызывает меньшую нагрузку в процессе преобразования данных.

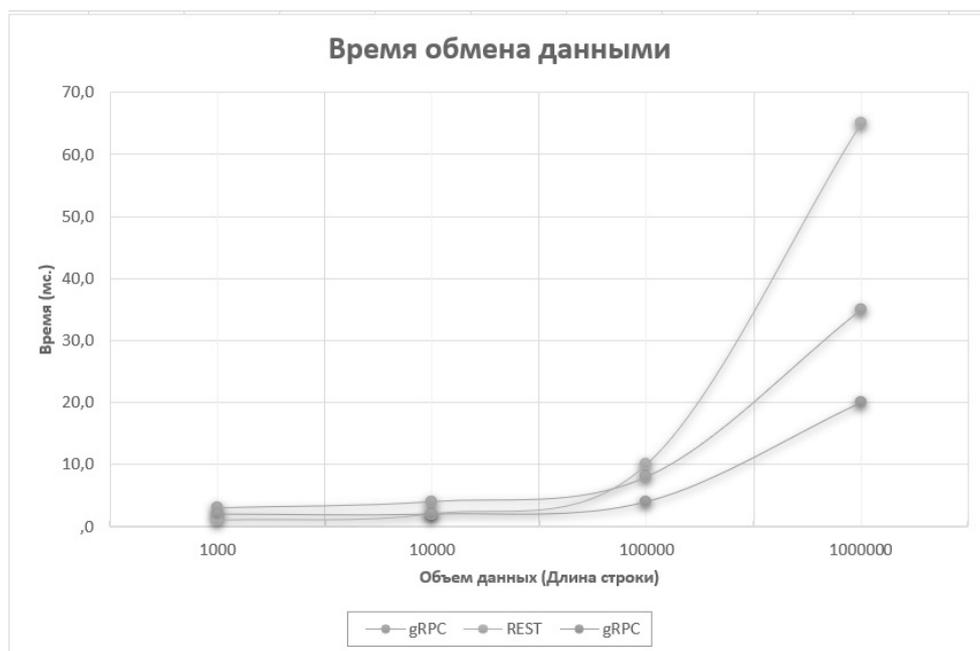


Рис. 3. График времени обмена данными.

Для оценки и сравнительного анализа быстродействия для каждой технологии обмена данными были реализованы программы, как клиентская, так и серверная часть. При реализации тестовых программ был соблюден принцип обмена данными, описанный выше и приведён на рис. 2. По окончании обмена данными учитывалось время сериализации и десериализации данных. В качестве объекта используемый для обмена выступала структура данных, состоящая из 3-х полей и заполняемая строковыми данными различной длины в диапазоне от 1000 до 1000000 символов. Тестовым стендом служит ПК с характеристиками: ЦП — Intel Core i5–9600KF (6 ядер по 4.6 ГГц), ОЗУ — DDR4 16 Гб.

На рис. 3 представлен график зависимости времени обмена от количества передаваемых данных. Можно сделать вывод, что REST является легковесной и быстрой технологией, но проигрывает по времени при передаче больших данных по причине того, что у него отсутствует встроенной системы сериализации и десериализации данных. SOAP и gRPC обладают встроенной системой сериализации и десериализации данных, но SOAP уступает gRPC по причине того, что gRPC использует более быстрый механизм конвертации данных на основе Protobuf.

Рассмотрев представленные технологии обмена, можно сделать вывод, что наилучшим вариантом при реализации приложения, gRPC является лучшим вариантом, особенно когда реализация алгоритма обмена данными в приложении является основной задачей,

а для реализации её требуется надёжное и нетрудоёмкое в применении технология.

Описание разрабатываемой системы

Рассмотрим первый модуль, который планируется реализовать и внедрить в данную систему, предназначенный для подбора лекарственного препарата (ЛП) под названием «Подбор лекарственного препарата». В основе модуля лежат нейросетевые алгоритмы распознавания сведений.

Прием к врачу начинается с получения анамнеза, т.е. врач осуществляет процесс получения от пациента совокупности сведений, путем расспроса и медицинского обследования. Полученную информацию от пациента врач вносит в электронную медицинскую карту (ЭМК).

Модуль «Подбор лекарственного препарата» собрав всю доступную медицинскую информацию о пациенте из ЭМК, осуществляет анализ полученных данных и подбор ЛП. Проанализировав данные, распознав симптомы модуль может предложить несколько ЛП по приоритету. Результаты поиска подходящих ЛП могут быть основаны на огромном объеме информации, которые содержат даже самые малоизвестные нюансы по заболеванию. Модуль может анализировать симптомы и не просто подбирать ЛП по диагностированной болезни, но и выбирает максимально безопасный и эффективный ЛП в зависимости от особенностей пациен-

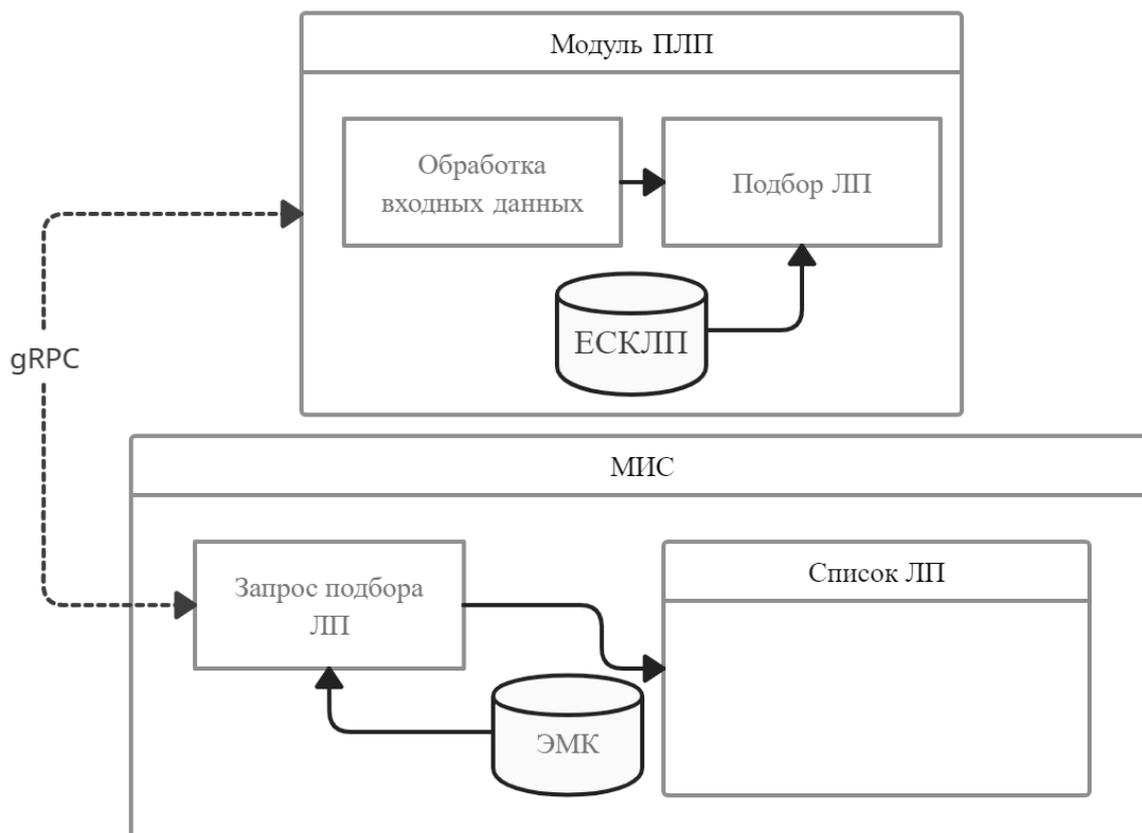


Рис. 4. Архитектура системы с использованием модуля ПЛП.

та. Список ЛП сформированные модулем, можно будет трактовать как второе мнение по результатам анализа.

На рис. 4 представлена архитектура разрабатываемой системы в котором отображена концепция подключения подбора лекарственно препарата (ПЛП) к медицинской информационной системе и использования его для расширения функциональных возможностей МИС.

В системе используется единый структурированный справочник лекарственных препаратов (ЕСКЛП) [6]. Данный справочник создан Минздравом и используется в процессе мониторинга движения лекарственных препаратов. Данный справочник рекомендуем для применения во всех МИС используемых в медицинских организациях РФ. Данные о ЛП, такие как наименования, лекарственная форма, дозировка и т.д. заданные в данном справочнике приняты как стандарт данных используемых для передачи информации о пациенте в другие системы Минздрава РФ.

Модуль представляет из себя микросервис, реализованный по стандартам, позволяющий подключать его к МИС. Архитектуру системы на рис. 4 можно предста-

вить как шаблон проектирования, необходимый для расширения функционала МИС, в основе которого лежат следующие составляющие:

- ◆ МИС (с диспетчером);
- ◆ Модуль;
- ◆ API-шлюз.

Модуль, представляет из себя микросервис, выполняющий конкретную медицинскую задачу с применением ИИ для МИС. В данной работе микросервис реализуется на платформе ASP.NET Core.

API-шлюз, в данной системе это средство универсального подключения модуля к МИС. Он обеспечивает коммуникацию между клиентом (МИС) и сервисом (Модуль). В основе которого лежит фреймворк gRPC, который использует протокол RPC (Remote Procedure Call) для обмена сообщениями между клиентом и сервером.

gRPC использует подход contract-first для построения API. То есть некоторый контракт, которому сервер и клиент должны следовать. Этот контракт описывается с помощью файлов с расширением .proto.

Proto-файлы выполняют две основные задачи:

```

1  syntax = "proto3";
2  option csharp_namespace = "GrpcMedicationService";
3  package packMedicationService;
4
5  //Определение сервиса
6  service MedicationService
7  {
8      // Метод получения информации о ЛП
9      rpc GetMedicationName (MedicationInfoRequest) returns (MedicationInfoReply);
10 }
11
12 // Отправляемое сообщение
13 message MedicationInfoRequest { string DiagnosInfo = 1; }
14
15 // Получаемый ответ
16 message MedicationInfoReply
17 {
18     string MedicationName = 1;
19     string MedicationCode = 2;
20     string MedicationInfo = 3;
21 }

```

Рис. 5. Proto-файл микросервиса «модуль ПЛП»

```

1  // Создание канала для обмена сообщениями с сервером
2  GrpcChannel channel = GrpcChannel.ForAddress("https://localhost:7147");
3
4  // Создаем клиента
5  var client = new MedicationService.MedicationServiceClient(channel);
6
7  // Обмен сообщениями с сервером
8  MedicationInfoReply reply = await client.GetMedicationNameAsync(new MedicationInfoRequest()
9  {
10     DiagnosInfo = diagnosInfo
11 });

```

Рис. 6. Взаимодействие клиента с микросервисом «модуль ПЛП»

- ◆ Описание сервиса gRPC;
- ◆ Описание формата сообщений, которыми обмениваются клиент и сервер.

Для описания сервиса gRPC и сообщений proto-файле используется специальный синтаксис proto.

При помощи gRPC обеспечивается легкое подключение модуля к МИС, следующим образом. Например, возьмем файл «MedicationService.proto», который был написан для микросервиса «модуль ПЛП», представлен на рис.5.

Для подключения микросервиса «модуль ПЛП» к МИС, разработчику МИС, необходимо сделать 4 шага:

1. Добавить файл «MedicationService.proto» в состав проекта МИС;
2. Указать в конфигурационном файле проекта МИС путь к proto-файлу: *<Protobuf*

Include=»Protos\MedicationService.proto» GrpcServices=»Client» />;

3. Установить Nuget пакет Grpc.Tools, соответствующей версии для проекта МИС. Grpc.Tools содержит инструменты для поддержки protobuf-файлов и осуществит автоматически генерацию необходимых классов по файлу «MedicationService.proto» на языке программирования проекта МИС. В составе сгенерированных классов присутствуют методы взаимодействия, с классами запроса и ответа, которые строго соответствуют контракту;
4. Реализовать взаимодействие с микросервисом на примере рис. 6, с использованием сгенерированных классов. На рис. 6 предоставлен код, в котором создаётся клиент для взаимодействия микросервисом «модуль ПЛП», вызов метода сервиса «GetMedicationName», в котором передается запрос «MedicationInfoRequest» с инфор-

мацией о диагнозе пациента, на который получает ответ «*MedicationInfoReply*» с информацией о подобранном лекарственном препарате.

Подобных proto-файлов как «*MedicationService.proto*» МИС может подключить несколько. Таким образом, МИС может внедрить в свою систему несколько необходимых модулей, расширить функционал и всего за пару шагов обновить МИС.

Заключение

В данной работе был рассмотрен метод построения модульных медицинских информационных систем, связанный с использованием микросервисной архитектуры. Он предполагает постепенное наращивание возможностей информационных систем путем добавления новых модулей и замены старых модулей новыми бо-

лее совершенными. Причем в качестве модулей можно использовать программы, в которых используются методы искусственного интеллекта.

Проведен анализ технологий обмена данными SOAP, REST, gRPC. После проведенного тестирования, выделена технология удаленного вызова процедур gRPC, которая используется в системе. Представлена архитектурная схема системы с модулем подбора лекарственного препарата. Рассмотрен механизм работы с модулем. Определен шаблон и механизм взаимодействия с модулями.

Будущие направления разработок и исследований связаны с разработкой интерфейса-диспетчера для работы с врачами, расширением возможностей модуля подбора лекарственного препарата, созданием других модулей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазаев В.П., Рязанова С.В. Основные направления развития искусственного интеллекта в медицине. // Научное обозрение. Медицинские науки. 2020. — № 5. — С.33–40. doi: 10.17513/srms.1141.
2. А. Э. Порфильева, Р.Ф. Шайхутдинов, Нуриева Г.А. Эффективная разработка приложений при микросервисной архитектуре // Электронные библиотеки. — 2018. — Т. 21. — № 3–4. — С. 357–368. — EDN XVASHB.
3. Chris Richardson (2017). Pattern: Microservice Architecture. URL: <http://microservices.io/patterns/microservices.html>
4. Думаев Р.И., Киряков И.М., Молодяков С.А. Особенности предобработки и сегментации изображений в задаче обнаружения COVID-19 по рентгеновским снимкам // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. — 2022. — № 09. — С. 88–95. doi: 10.37882/2223–2966.2022.09.08
5. Различия REST и SOAP [Электронный ресурс]. — URL: <https://habr.com/ru/post/483204/> (19.01.2023)
6. Авельцов, Д.О. Применение протокола сериализации структурированных данных Protobuf в микросервисной архитектуре / Д.О. Авельцов // Проблемы автоматизации и управления. — 2022. — № 3 (45). — С. 185–196. — EDN SJWCHJ.
7. Единый структурированный справочник лекарственных препаратов (ЕСКЛП) [Электронный ресурс]. — URL: esklp.egisz.rosminzdrav.ru

© Киряков Иван Михайлович (kiryakov.i@edu.spbstu.ru), Молодяков Сергей Александрович (molodyakov_sa@spbstu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ФРЕЙМВОРКОВ

AUTOMATION OF SOFTWARE TESTING USING FRAMEWORKS

Yu. Latin

Summary. The article discusses the features of software testing using frameworks. Separately, the advantages of frameworks for automating program testing are highlighted. The advantages and disadvantages of the most known systems are also described. In addition, the study presents a description of the author's development of "Automated Testado development and testing support system", which allows to reduce the time and financial costs of regression testing.

Keywords: program, test, framework, code, speed.

Латин Юрий Эдуардович

Генеральный директор Bell Integrator (АО Бэлл Интегратор); Казахский Государственный Национальный Университет им. Аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
yury.latin@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены особенности тестирования программного обеспечения с использованием фреймворков. Отдельно выделены преимущества фреймворков для автоматизации тестирования программ. Также описаны достоинства и недостатки наиболее известных систем. Кроме того, в процессе исследования представлено описание авторской разработки «Автоматизированная система поддержки разработки и тестирования Testado», которая позволяет снизить временные и финансовые затраты на проведение регрессионного тестирования.

Ключевые слова: программа, тест, фреймворк, код, скорость.

Воздействие развития глобальной сети Интернет на человечество не имеет исторических аналогов. Фактически это ознаменовало начало эпохи проникновения технологий, цифровых инноваций во все сферы жизни человека. Вследствие этого программное обеспечение стало неотъемлемой частью повседневной жизни общества на современном этапе [1]. Оно касается миллионов людей в разных сферах, и это в свою очередь требует от него бесперебойной работы, надежного функционирования и генерирования ожидаемых результатов, достичь которых возможно благодаря проведению надлежащего тестирования на различных этапах его создания и функционирования.

Тестирование — это процесс анализа программного средства и документации, которая его сопровождает, с целью выявления несоответствия спецификации и имеющегося продукта для повышения его качества [2]. Необходимо отметить, что тестирование пронизывает весь жизненный цикл программного обеспечения, начиная от его проектирования и заканчивая неопределенно долгим этапом эксплуатации. Вследствие этого перед разработчиками всегда возникают проблемы упорядочения действий, касающихся анализа и оценки продукта, которые должны иметь вид связанного процесса, что позволит рационально распределять ресурсы, а также принимать обоснованные решения относительно начала и завершения процессов проверки.

Обозначенные задачи и проблемы эффективно решаются за счет использования автоматических систем для тестирования программного обеспечения. Их широкая популярность и распространение связаны с тем, что они позволяют снизить затраты на обслуживание и усилия по тестированию, а также дают возможность обеспечить более высокую рентабельность инвестиций для групп контроля качества, стремящихся оптимизировать свои гибкие процессы [3].

Особо широкое применение на сегодняшний день приобрела автоматизация тестирования программ с использованием фреймворков, которые дают возможность тестировщикам комбинировать практики и инструменты для того, чтобы достичь более высоких результатов.

Таким образом, приведенные обстоятельства обуславливают актуальность рассматриваемой проблематики и определяют выбор темы данной статьи.

Проблемы автоматизации тестирования программного обеспечения нашли свое отражение в трудах таких авторов как: Бурбин А.В., Полевщиков И.С., Баяндин К.Н., Muccini, H.; Bertolino, A.; Inverardi, P.

Особенности использования алгоритмических моделей знаний для автоматизации тестирования программных продуктов описываются Буйневичем М.В.,

Таблица 1. Достоинства и недостатки фреймворков, которые используются для автоматизации тестирования программ

| Название системы | Достоинства | Недостатки |
|---|--|---|
| Линейная система автоматизации | Нет необходимости писать собственный код, поэтому опыт автоматизации тестирования не требуется Быстрый способ создания тестовых сценариев Рабочий процесс тестирования легче понять любой стороне, участвующей в тестировании, поскольку сценарии расположены последовательно Это самый простой способ приступить к автоматизированному тестированию, особенно с новым инструментом | Сценарии, разработанные с использованием этой платформы, нельзя использовать повторно Данные закодированы в тестовом сценарии, что означает, что тестовые случаи нельзя повторно запустить с несколькими наборами, и их необходимо будет изменить, если данные будут изменены Обслуживание считается хлопотным, потому что любые изменения в приложении потребуют много переделок |
| Модульная система автоматизации тестирования | Если в приложение вносятся какие-либо изменения, необходимо будет исправить только модуль и связанный с ним отдельный тестовый сценарий, а это означает, что остальная часть приложения может быть нетронутой Создание тестовых случаев требует меньше усилий, поскольку тестовые сценарии для разных модулей можно использовать повторно | Данные закодированы в сценарии тестирования, поскольку тесты выполняются отдельно, поэтому нельзя использовать несколько наборов данных Для настройки фреймворка необходимы знания в области программирования |
| Система, управляемая ключевыми словами | Необходимы минимальные навыки написания скриптов Одно ключевое слово можно использовать в нескольких тестовых сценариях, поэтому код можно использовать повторно Тестовые сценарии могут быть созданы независимо от тестируемого приложения | Первоначальная стоимость установки фреймворка высока Необходимо владеть хорошими навыками автоматизации тестирования Ключевые слова могут создавать проблемы при масштабировании тестовой операции |
| Система тестирования на основе библиотечной архитектуры | Как и в случае с модульной структурой, использование этой архитектуры приведет к высокому уровню модульности, что упростит обслуживание и масштабируемость тестов и сделает их более экономичными Эта структура имеет более высокую степень повторного использования, поскольку существует библиотека общих функций, которые могут быть задействованы в нескольких тестовых сценариях | Тестовые данные закодированы в сценарии. Следовательно, любые изменения данных потребуют изменений в сценариях Для написания и анализа общих функций тестовых сценариев необходимы технические знания Тестовые сценарии требуют больше времени для разработки |
| Структура, управляемая данными | Тесты могут выполняться с несколькими наборами данных Можно быстро протестировать несколько сценариев, меняя данные, тем самым уменьшая количество необходимых сценариев Можно избежать жесткого кодирования данных, поэтому любые изменения в тестовых сценариях не влияют на используемые данные и наоборот Экономия времени | Необходим опытный тестер, который владеет различными языками программирования, чтобы правильно использовать этот фреймворк Настройка среды, управляемой данными, занимает значительное количество времени |
| Гибридная система тестирования | Гибридная платформа представляет собой комбинацию любого из ранее упомянутых фреймворков, поэтому ей присущи их достоинства и недостатки | |

Гановым Г.А., Израйловым К.Е., Bucchiarone, A.; Muccini, N.

Однако, несмотря на имеющиеся труды и наработки, ряд вопросов в исследуемой предметной плоскости остается открытым и требует более детального изучения и анализа. В частности, нерешенными являются проблемы, связанные с выбором наиболее приемлемой среды тестирования для программы. Также в уточнении нуждаются перспективы развития гибридной среды для автоматизированного тестирования.

Итак, с учетом вышеизложенного, цель статьи заключается в рассмотрении особенностей проведения автоматизированного тестирования программного обеспечения средствами фреймворков.

Фреймворк для автоматизации тестирования — это платформа, которая представляет собой комбинацию программ, компиляторов, функций, инструментов и т.д. Она обеспечивает среду, в которой можно выполнять сценарии автоматизированного тестирования [4]. Преимуществами использования фреймворков в процессе

тестирования программного обеспечения являются следующие.

1. Возможность повторного использования кода. Поскольку фреймворки поставляются с информацией кодирования, которая необходима для успешного проведения автоматизированного тестирования, ценные данные сохраняются для будущего использования и могут быть повторно применены в любой момент времени. Нет необходимости вставлять коды вручную или переставлять их [5].
2. Низкая стоимость. Разработка тестовых ситуаций или примеров стоит достаточно дешево, потому что фреймворки уже имеют установленные правила. Кроме того, поскольку эти коды можно использовать многократно, стоимость и время создания тестовых примеров для новых функций значительно уменьшается.
3. Минимальное ручное вмешательство: фреймворки автоматизации работают в соответствии с руководящими принципами. Т.к. максимальное покрытие уже встроено и достигнуто на начальном этапе, для запуска тестов автоматизации требуется очень мало или вообще не требуется вмешательство человека. Если процесс не удался, системы автоматизации могут быть запущены повторно с некоторыми изменениями, но данные остаются постоянными и не требуют дополнительных усилий со стороны отдельного человека или команды.
4. Повышенная эффективность. Фреймворки автоматизации тестирования повышают производительность благодаря стандартизации. Она гарантирует максимальное покрытие тестов, поскольку набор кодов с самого начала выполняется стандартным образом.
5. Исправление ошибок на ранней стадии. Используя правильные средства автоматизации тестирования, можно реализовать концепцию оценки «со сдвигом влево». Это относится к идее о том, что следует перенести тестирование как можно раньше в жизненный цикл разработки программного обеспечения.

На сегодняшний день существует шесть наиболее распространенных типов фреймворков для автоматизации тестирования, каждый из которых имеет свою архитектуру, а также преимущества и недостатки: линейная система автоматизации; модульная система автоматизации; система тестирования на основе библиотечной архитектуры; структура, управляемая данными; система, управляемая ключевыми словами; гибридная система тестирования.

В таблице сгруппированы достоинства и недостатки этих фреймворков.

Для усовершенствования процедур автоматизированного тестирования программного обеспечения, снижения временных и финансовых затрат на проведение регрессионного тестирования, автором была разработана и запатентована Автоматизированная система поддержки разработки и тестирования «Testado» [6].

Эта система дает возможность фиксировать действия пользователя и оформлять их в виде тест-кейса, который имеет структурированный вид. Также необходимо обратить внимание на тот факт, что в тест-кейсе указывается перечень осуществляемых шагов, фиксируются входные данные и ожидаемые результаты.

Кратко опишем алгоритм работы предложенной системы.

1. Начало работы с системой. На данном этапе разрабатывается и формализуется «план тестирования», который представляет собой файл проекта. В нем содержатся данные о проекте, для которого будут создаваться тест-кейсы, обозначены настройки для кодогенерации, приведены ссылки на созданные проекты с исходными кодами автомат-тестов.
2. Проведение анализа требований к программному обеспечению, который может быть реализован в структурированном или свободном формате. На основании этого определяются объекты и виды тестирования, устанавливаются параметры тестирования и кодогенерации нагрузочных и автоматизированных тестов.
3. Запись тест-кейсов. После того как тест-кейс успешно записан, происходит его автоматическое сохранение и привязка к текущему плану тестирования. Благодаря этому он доступен для корректировки, запуска, удаления или генерации кода на его основе.
4. Настройка тест-кейсов и планов тестирования. На данном этапе пользователь имеет возможность изменять наборы входных и выходных данных, объединять тест-кейсы в группы, кастомизировать настройки кодогенерации.
5. Запуск процедуры кодогенерации, согласно указанному в плане тестирования настройкам.
6. Данный этап алгоритма задействуется в том случае, если возникает потребность покрыть unit-тестами уже существующие исходные коды программного обеспечения. Для этого следует выбрать файл проекта и обозначить подробности технологического стека, на котором реализованы исходники.
7. Кодогенерация unit-тестов проводится согласно настройкам, обозначенным в плане тестирования.

8. Запуск тест-кейсов, а также автоматических, нагрузочных и unit-тестов.
9. Запись возникающих ошибок.
10. Выгрузка записанных ошибок в файлы или их экспорт в одну из систем.

Подводя итоги проведенного исследования, отметим, что фреймворки открывают широкие возмож-

ности для повышения эффективности тестирования программ. Однако необходимо подходить взвешенно к выбору конкретного их типа, учитывая текущие потребности и возможности разработчика.

В статье представлено описание авторской «Автоматизированной системы поддержки разработки и тестирования «Testado».

ЛИТЕРАТУРА

1. Баканова Т.Ю., Лашманова М.Г., Савиных Е.А., Серова Т.Н. Методика тестирования пакета программ «Логос» // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое моделирование физических процессов. 2020. № 1. С. 66–76.
2. Sun, Baicai Integrating DSGEO into test case generation for path coverage of MPI programs // Information and software technology. 2023. Volume 153.
3. Gobert, Maxime Best practices of testing database manipulation code // Information systems. 2023. Issue 111; pp 14–19.
4. iOS Code Testing: Test-Driven Development and Behavior-Driven Development with Swift / Abhishek Mishra. Berkeley, CA: Apress, 2017. 440 p.
5. Иванников Д.В., Копий А.А. Оптимизация временных затрат тестирования программного продукта с применением технологии GIT // I-methods. 2021. Т. 13. № 2. С. 34–39.
6. Патент № 2022684404, 14.12.2022. Автоматизированная система поддержки разработки и тестирования «Testado» // Патент России № 2022681905. 2022. Бюл. № 12 / Латин Ю.Э.

© Латин Юрий Эдуардович (yury.latin@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕНЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

COMPARATIVE ANALYSIS OF TIME MANAGEMENT METHODS FOR THE PURPOSES OF PROCESS AUTOMATION

**T. Lopatina
M. Tikhonov
M. Chudinova**

Summary. The article provides descriptions of the main methods of time management in a focus on the possibility and expediency of their automation: the Eisenhower Matrix, Franklin Pyramid (productivity pyramid), the “ABVGD” method, Kanban, the Frog Eating Method, the Pareto Principle, Mind Maps, Preparation in the evening, Deadlines, Small tasks. Using the expert method, the results of comparative analysis according to the selected criteria are presented: visualization of the work plan (planning, prioritization, decomposition), the possibility of automation, integration with management systems, labor costs for implementation, time for staff training, the level of applicability of working projects.

Keywords: time management, comparative analysis, process automation, planning, kanban.

Лопатина Татьяна Денисовна

Магистрант института СПИНТех, Национальный
исследовательский университет «МИЭТ»
lopatinatd7@gmail.com

Тихонов Мартин Робертович

К.т.н., доцент института СПИНТех, Национальный
исследовательский университет «МИЭТ»
kurotenshi91@yandex.ru

Чудинова Мария Андреевна

Магистрант института СПИНТех, Национальный
исследовательский университет «МИЭТ»
chuudoma@gmail.com

Аннотация. В статье приведены описания основных методов управления временем в ориентации на возможность и целесообразность их автоматизации: Матрица Эйзенхауэра, Пирамида Франклина, Метод «АБВГД», Канбан, Метод поедания лягушки, Принцип Парето, Интеллект-карты, Подготовка с вечера, Дедлайны, Мелкие задачи. С использованием экспертного метода представлены результаты сравнительного анализа по выбранным критериям: визуализация плана работ (планирование, приоритизация, декомпозиция), возможность автоматизации, интеграция с системами управления, трудозатраты на внедрение, время на обучения персонала, уровень применимости рабочих проектах.

Ключевые слова: управление временем, сравнительный анализ, автоматизация процессов, планирование, канбан.

Главная цель управления временем — это его эффективная организация. Необходимость в этом обусловлена ощущением его ускорения у взрослого населения современного мира, при этом стоит учитывать, что время является невозполнимым и ограниченным человеческим ресурсом. У современного человека множество трудовых и повседневных задач, которые он должен успеть выполнить: работа, учёба, семья и многое другое. Но не всегда и не все дела удаётся выполнить в установленные сроки, из-за чего они переносятся, порой многократно. В связи с этим становится всё сложнее успевать делать всё, что было запланировано. А если у нескольких задач одинаковый срок исполнения, то вероятность выполнить все их качественно стремится к нулю. В таком случае, возможно либо частичное выполнение нескольких задач, не в полной мере соответствующих заявленным требованиям управляемого объекта, либо увеличение сроков исполнения более поздних этапов, приводящее к нарастающему запаздыванию сдачи контрольных мероприятий всего плана работ. Именно в такие моменты, когда количество дел,

которые необходимо выполнить, превышает текущие возможности и имеющиеся ресурсы, наиболее остро стоит вопрос об использовании методов управления временем. Но стоит заметить, что с подобными ситуациями поможет справиться именно эффективное управление деятельностью. Изучение методик управления временем и внедрение их в повседневную жизнь позволят корректно и эффективно планировать день и выполнять максимальное количество поставленных задач, а также выделять время как на работу и учебу, так и на отдых.

Таким образом, управление временем или тайм менеджмент — это технология организации времени и повышения эффективности его использования.

К основным принципам управления времени относятся: планирование, приоритизация и структурирование. Современный тайм-менеджмент помимо вышеперечисленного включает в себя делегирование, оценку трудозатрат задач проекта и чередование видов деятельности. Рассмотрим эти принципы подробнее:

- ◆ планирование — построение структуры работ с распределенными ресурсами. Оно состоит из нескольких ключевых этапов:
 1. Определение целей деятельности и их формулирование в соответствии с основными критериями: конкретность, измеримость, достижимость, актуальность и ограниченность во времени;
 2. Определение задач и составление плана по достижению поставленной цели;
 3. Оценка и распределение ресурсов в соответствии с установленным временным ограничением;
- ◆ приоритизация — оценка важности одного пункта из запланированного списка задач над другим с последующей визуализацией;
- ◆ структурирование (декомпозиция) — деление больших и сложных задач на более маленькие и простые;
- ◆ делегирование — передача дел другим людям.

Для целей автоматизации технологических процессов был выбран ряд типовых методов, подлежащих анализу.

Матрица Эйзенхауэра [1] — концепция, которая позволяет определить и установить приоритеты. Используя данную методику, человек может распределить дела по срочности и важности. Без ущерба для качества работы можно выполнить только одну задачу, поэтому необходимо определить какая из всего списка дел является наиболее срочной и важной. При анализе задач на день, их необходимо распределить по типам:

- ◆ важные и срочные. К данной категории нужно относить задачи, которые необходимо выполнить в ближайшее время. Игнорирование данных задач может привести к крайне нежелательным последствиям;
- ◆ важные и несрочные. Под задачами этого типа понимаются те, которые не имеют крайнего срока выполнения, но при этом данные задачи важны для выполнения проекта в целом. Их выполнение необходимо планировать;
- ◆ неважные и срочные. К данной категории можно отнести задачи, которые не требуют специфических навыков. Их стоит по возможности делегировать;
- ◆ неважные и несрочные. Это задачи, значимость которых ниже, чем трудозатраты на их выполнение. Их необходимо убрать из списка дел.

Полная автоматизация данного метода невозможна. Это связано с тем, что сроки исполнения и критичность задач определяется самим человеком. Если данные пункты фиксировать в программе, которая по определенным маркерам формирует и фильтрует списки, то можно получить интерактивную доску задач.

Пирамида Франклина [2] — система планирования, которая помогает достичь поставленных целей благодаря распределению времени. Она строится следующим образом:

1. В основании пирамиды располагаются главные жизненные ценности;
2. На следующем уровне, основываясь на главных жизненных ценностях, необходимо поставить глобальную цель;
3. На следующем уровне составляется генеральный план достижения цели. Под этим понимается формулирование конкретных промежуточных задач;
4. Потом составляется долгосрочный план. Обычно данный план составляется на 1–5 лет. При этом важно определиться со стоками и отобразить это в плане;
5. Опираясь на долгосрочный план, составляется краткосрочный план. Обычно его составляют на месяц и (или) на неделю;
6. Составляется план на каждый день.

На данный момент полностью автоматизировать метод невозможно, но с развитием искусственных нейронных сетей, которые по генеральной цели будут генерировать задачи и декомпозировать их до установленного уровня, это может стать возможным.

Метод «АБВГД» — это инструмент, помогающий в расстановке задач с учетом их приоритетности. Одно из главных его преимуществ — простота. Данный метод можно использовать каждый день, и с этим справится любой человек. После составления списка задач на день необходимо указать к какому типу относится та или иная задача:

- ◆ под задачей типа «А» понимается та, которая имеет на данном этапе самое большое значение, то что мы обязаны сделать в кратчайшие сроки. Если существует несколько задач типа «А» необходимо оценить их приоритет;
- ◆ под задачами типа «Б» понимается та, которую следует выполнить, но последствия при невыполнении будут достаточно мягкими;
- ◆ под задачами типа «В» понимается та, которую было бы хорошо сделать, но ее невыполнение не принесет негативных последствий.
- ◆ под задачами типа «Г» понимается та работа, которую можно делегировать.
- ◆ под задачами типа «Д» понимается не представляющая важности работа. Ее можно совсем удалить из списка дел на день.

После того как дела были промаркированы в соответствии с методом «АБВГД» работу можно считать полностью организованной, и далее необходимо выпол-

нять задачи по списку, отсортированные в алфавитном порядке.

Полная автоматизация инструмента невозможна, так как он строится на принципе приоритизации, который является сложным и требует человеческого участия. Автоматизировать можно только сортировку списка в зависимости от приоритета.

Канбан [3] — метод организации работы через распределение нагрузки между разными людьми. С точки зрения управления временем метод повышает выполнение работы в срок, за счёт равномерного распределения нагрузки и возможности отслеживания результатов и статусов задач как отдельных сотрудников, так и компании в целом. Классический канбан — это таблица с тремя столбцами: «Нужно сделать», «В работе» и «Сделано». Изначально все дела заносятся в первый столбец. По мере их выполнения они переносятся в другие столбцы, которые соответствуют уровню выполнения задачи.

Канбан можно автоматизировать и представить в виде доски, на которой будет отображаться таблица с перемещающимися по ней задачами в зависимости от заполняемых полей.

Важной особенностью современного подхода является возможность изменения количества столбцов и их названий в зависимости от нужд компании.

Метод поедания лягушки (переход от трудного к легкому) заключается в ранжировании задач по их сложности и выполнении дел в порядке её убывания. Считается, что в начале дня справиться с более сложными делами проще, а также, что сделать это можно будет намного быстрее.

Полная автоматизация метода невозможна. Это связано с тем, что сложность дела определяется человеком и зависит от критериев оценки и самого оценщика. Возможно автоматизировать только отображение списка задач, при условии создания и обязательного заполнения поля «сложность».

Принцип Парето (правило 20/80) [4] означает, что небольшая доля усилий отвечает за большую долю результатов. Данный принцип можно сформулировать следующим образом: 20% усилий дают 80% результатов. В парадигме управления временем этот принцип будет переформулирован следующим образом: 20% затраченного времени и усилий дают 80% выполненной работы.

Принцип можно автоматизировать исключительно в формате фильтрации списка задач. Для этого предва-

рительно необходимо вручную определить наиболее важные задачи и задать критерии фильтрации.

Интеллект-карты (масле-схемы) — подход, который позволяет эффективно структурировать и обрабатывать информацию, а также мыслить, используя творческий и интеллектуальный потенциал. Преимуществом метода является задействование обоих полушария мозга, но это является недостатком с точки зрения автоматизации подхода, потому что эффективно автоматизировать такого рода деятельность пока невозможно.

Мысле-схемы наиболее полезны для решения таких задач, как проведение презентаций, запоминание больших объемов информации, принятие решений, планирование времени, проведение мозговых штурмов, самоанализ и многое другое.

Подготовка с вечера — подход, ориентированный на формирование привычки составлять список рабочих и личных задач на следующий день. Использование данного метода позволяет заранее понимать уровень нагрузки.

Данный подход в автоматизации не нуждается, так как преследует иные цели.

Дедлайны — подход, при котором устанавливаются понятные и фиксированные сроки, которые стимулируют работать быстрее и помогают бороться с прокрастинацией.

Подход нельзя полностью автоматизировать, так как сроки устанавливаются вручную. Автоматизировать можно исключительно отслеживание сроков исполнения задач за счёт сортировки задач и автоматического информирования о приближении срока исполнения.

Мелкие задачи — подход, при котором в первую очередь выполняются небольшие задачи. Это связано с тратами на выполнение задачи и тратами на погружение в неё. Спустя неопределённое количество времени она займёт больше времени, так как будет необходимо снова вникнуть в суть дела.

Полностью автоматизировать данный подход нельзя, так как в процессе декомпозиции участвует человек: задаёт уровень детализации задач, а также определяет и формулирует подзадачи.

Для целей автоматизации технологических процессов необходимыми критериями применимости методов являются:

Таблица 1. Результаты сравнительного анализа методов управления временем для целей автоматизации технологических процессов

| | Планирование | Приоритизация | Декомпозиция | Делегирование | Возможность автоматизации | Интеграция с системами управления | Трудозатраты на внедрение | Время на обучения персонала | Уровень применимости в РП |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Матрица Эйзенхауэра | 3 | 5 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 |
| Пирамида Франклина | 5 | 3 | 5 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Метод АБВГД | 2 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Канбан | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| Поедание лягушки | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 3 |
| Принцип Парето | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| Интеллект-карты | 2 | 2 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| Подготовка с вечера | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| Дедлайны | 5 | 3 | 1 | 1 | 2 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| Мелкие задачи | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |

- ♦ визуализация плана работ (планирование, приоритизация, декомпозиция);
- ♦ возможность автоматизации;
- ♦ интеграция с системами управления;
- ♦ трудозатраты на внедрение;
- ♦ время на обучения персонала;
- ♦ уровень применимости рабочих проектах.

Результаты сравнительного анализа, выполненного с помощью экспертных методов, описанных выше подходов, представлены в таблице 1. Применена оценка по пятибалльной шкале, где 1 — минимальный балл, а 5 — максимальный.

После анализа выставленных баллов можно сделать вывод, что данные методы управления временем име-

ют примерно одинаковый уровень влияния. У каждого метода есть как сильные, так и слабые стороны. При внедрении в управление производством только одного метода существует вероятность недостаточного внимания одному из важных для управления временем критериев. Для достижения максимальных результатов необходимо использование нескольких методов, которые, дополняя друг друга, нивелируют их слабые стороны.

Наиболее полным методом, который хорошо взаимодействует со всеми прочими методами, в соответствии с результатами сравнительного анализа, является Канбан. Данный метод хорошо подходит для использования в рабочих проектах, удобен для автоматизации и довольно прост в понимании и реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чубова, Д.О. Анализ инструментария повышения эффективности использования рабочего времени / Д.О. Чубова // Актуальные проблемы экономики и управления в XXI веке: сборник научных статей VII Международной научно-практической конференции, Новокузнецк, 06–07 апреля 2021 года. Том часть 1. — Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. — С. 60–67.
2. Шейхова, М.С. Тайм-менеджмент как инструмент самоорганизации студентов аграрного вуза / М.С. Шейхова, К.А. Холодкова // Теория и практика современной науки. — 2020. — № 6 (60). — С. 423–430.
3. Селиверстов, А.С. Канбан-методология сегодня / А.С. Селиверстов, В.В. Постнов, В.В. Лукина // Молодой ученый. — 2020. — № 44 (334). — С. 132–134.
4. Шаронов, А.В. Применение принципа Парето при переходе предприятия на стандарт ISO 9001:2015 / А.В. Шаронов // Академическая публицистика. — 2021. — № 1. — С. 154–167.
5. Литвинова, Н.П. Организация и совершенствование труда менеджера / Н.П. Литвинова // Управленческий учет. — 2021. — № 3–2. — С. 472–483.

© Лопатина Татьяна Денисовна (lopatinatd7@gmail.com),

Тихонов Мартин Робертович (kurotenshi91@yandex.ru), Чудинова Мария Андреевна (chuudoma@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АЛГОРИТМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЯХ

ALGORITHM FOR DETECTING FIRES IN AGRICULTURAL FIELDS

D. Lyakhmanov
S. Kapranov
M. Stepanenko

Summary. This article discusses search algorithms for smoke-like structures in a video stream in order to identify fires in open agricultural areas. The principle of the search is based on the temporal analysis of the change in the brightness index of the pixel groups of the video stream. For pixel groups belonging to the video stream of combustion products, an irregular smooth change in brightness is characteristic, which makes it possible to distinguish them from other dynamic objects, such as clouds or moving objects. The proposed algorithm makes it possible to determine smoke-like structures from a video stream, based on video streams of extremely low resolutions. This advantage makes it possible to detect fires at large distances, without the use of high-resolution video cameras. The test results showed the consistency of the proposed algorithm and the possibility of its use in video surveillance systems for the state of agricultural areas.

Keywords: Fire detection, agricultural areas, video stream analysis, smoke-like structures, low resolution.

Ляхманов Дмитрий Александрович

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный технический университет
им. П.Е. Алексеева»
dm.virger@gmail.com*

Капранов Сергей Николаевич

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный технический университет
им. П.Е. Алексеева»
serg.kapranov@gmail.com*

Степаненко Мария Анатольевна

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный технический университет
им. П.Е. Алексеева»
ma.stepanenko@gmail.com*

Аннотация. В данной статье рассматриваются алгоритмы поиска в видеопотоке дымоподобных структур с целью выявления очагов возгорания на открытых сельскохозяйственных площадях. Принцип поиска основан на временном анализе изменения показателя яркости пиксельных групп видеопотока. Для пиксельных групп, принадлежащих видеопотоку продуктов горения характерно нерегулярное плавное изменение яркости, что позволяет отличать их от других динамических объектов, такие как облака или перемещающиеся предметы. Предлагаемый алгоритм позволяет определять дымоподобные структуры по видеопотоку, основываясь на видеопотоках экстремально малых разрешений. Данное преимущество дает возможность определять очаги возгорания на больших расстояниях, без использования видеокамер высокого разрешения. Результаты тестирования показали состоятельность предлагаемого алгоритма и возможность его использования в системах видеонаблюдения за состоянием сельскохозяйственных площадей.

Ключевые слова: Детектирование возгораний, сельскохозяйственные площади, анализ видеопотока, дымоподобные структуры, малое разрешение.

Введение

Одной из наиболее актуальных и остро стоящих проблем современного сельского хозяйства является проблема пожаров на посевных площадях в периоды созревания сельскохозяйственных культур. Данный тип пожаров возникает спонтанно, из-за отсутствия постоянного наблюдения определяется как правило уже на терминальной стадии и наносит существенный ущерб хозяйствам, уничтожая тысячи гектаров посевов ежегодно. На конец 2022 года в одном только Ставропольском крае было зарегистрировано

1855 термических точек на площади 33321 га [1]. А статистические данные за несколько последних лет свидетельствуют о росте количества пожаров и увеличении наносимого ими материального ущерба.

Для решения данной задачи был разработан программно-аппаратный комплекс детектирования очагов возгорания, представляющий из себя наблюдательный модуль, размещаемый на посевных площадях и осуществляющий видеоконтроль территории. Наблюдательный модуль представляет собой автономный комплекс видеонаблюдения с интеллектуальной об-

работкой собираемых данных, предназначенный для выполнения задач определения очагов возгорания в местах с отсутствующей инфраструктурой связи и питания. Каждый наблюдательный модуль размещается на высотной мачте, стоящей вблизи контролируемых посевных площадей, и осуществляет сбор и анализ видеоданных. При возникновении очага возгорания модуль локализует его, координирует свои действия с соседними терминалами, верифицируя результат анализа и уточняя координаты очага, и передает отчет о возникновении внештатной ситуации оператору или службу быстрого реагирования.

Особенности детектирования очагов возгораний

Для решения задачи определения очага возгорания на открытой местности на начальной стадии развития предлагается алгоритм, основанный на анализе вариативности яркости пиксельных элементов видеопотока высокого разрешения.

Одной из основных проблем детектирования очага возгорания является тот факт, что сама точка горения может находиться на малом возвышении над землей и не находится в прямой видимости видеокамер. Данная ситуация наблюдается в 80% возгораний и является наиболее вероятной. При описанном развороте событий очаг возгорания не виден длительное время и переходит в терминальную стадию скачкообразно. Выявить точку горения с помощью тепловизоров или иными средствами отслеживания открытого пламени не представляется возможным, т.к. точка горения может находиться вне зоны прямой видимости тепловизора, а высокая температура окружающей среды хорошо маскирует ее в инфракрасном спектре. Исходя из этого можно сказать, что использовать методы прямого наблюдения и отслеживания открытого пламени являются малоэффективными для отслеживания, зарождающегося пожаров в латентной стадии.

Одним из основных требований, накладываемых на детектор, является радиус наблюдения не менее $R=2$ км. Использование камер с высокой плотностью пикселей на матрице и высоким аппаратным разрешением (1920x1080) приводит к тому, что на границе видимого диапазона каждый пиксел матрицы охватывает участок шириной $L=2,18$ метра, что позволяет ей различать только объекты линейные размеры, которых многократно превосходят величину L . В большинстве случаев в начальной стадии развития пожара зона горения не превышает нескольких метров и является практически неразличимой на расстоянии вдвое меньшем, чем требуемый радиус наблюдения. Решение данной проблемы путем использования видеокамер с более

высоким разрешением имеет два серьезных недостатка. Первый связан с тем, что применение камер с более высоким разрешением приведет к экспоненциальному росту объема вычислений и необходимости применять значительно более мощные вычислительные модули. Второе негативное последствие связано с увеличением стоимости установки.

Следующей особенностью наблюдаемого процесса горения является то, что в большинстве случаев при возникновении пожара открытое пламя видно только в терминальной стадии. На начальном этапе открытое пламя может быть выражено слабо или же совсем отсутствовать. При этом может наблюдаться активное тление с выделением большого количества сизого дыма. Использование методов детектирования точки горения, основанных на распознавании открытого пламени, в данном случае является малоэффективным.

Все перечисленные выше особенности накладывают серьезные требования к разрабатываемому детектору очага возгорания и указывают на невозможность применения традиционным методов распознавания точки горения по открытому пламени.

Алгоритм детектирования задымления

Предлагаемый алгоритм детектирования очага возгорания основан на поведенческом анализе видеопотока, а именно поиске в нем оптических структур схожих по своему поведению с дымоподобными структурами. На основании перечисленных выше особенностей задачи к алгоритму предъявляются следующие требования:

1. возможность различения продуктов горения и дымоподобных структур на основании малых пиксельных изображений (порядка 20 пикселей);
2. отличие скоплений продуктов горения от оптически схожих структур (облаков, конвекционных атмосферных искажений и т.д.);
3. различение скоплений продуктов горения при ярком дневном освещении и в условиях конвекционных атмосферных искажений.

В основу предлагаемого алгоритма положен принцип поведенческого анализа отдельных пикселей нормализованного полутонового видеопотока во времени. В качестве основной наблюдаемой характеристики выступает цветовая интенсивность пикселей на кадрах видеопотока во времени. Для получения статистики изменения интенсивности цвета из видеопотока с некоторым интервалом T извлекается ряд [1–4,6] кадров N . Далее для каждого интересующего пиксела формируется временной ряд $B^{xy} = \{b_i^{xy}\}_{i=1}^N$, где b_i^{xy} — это

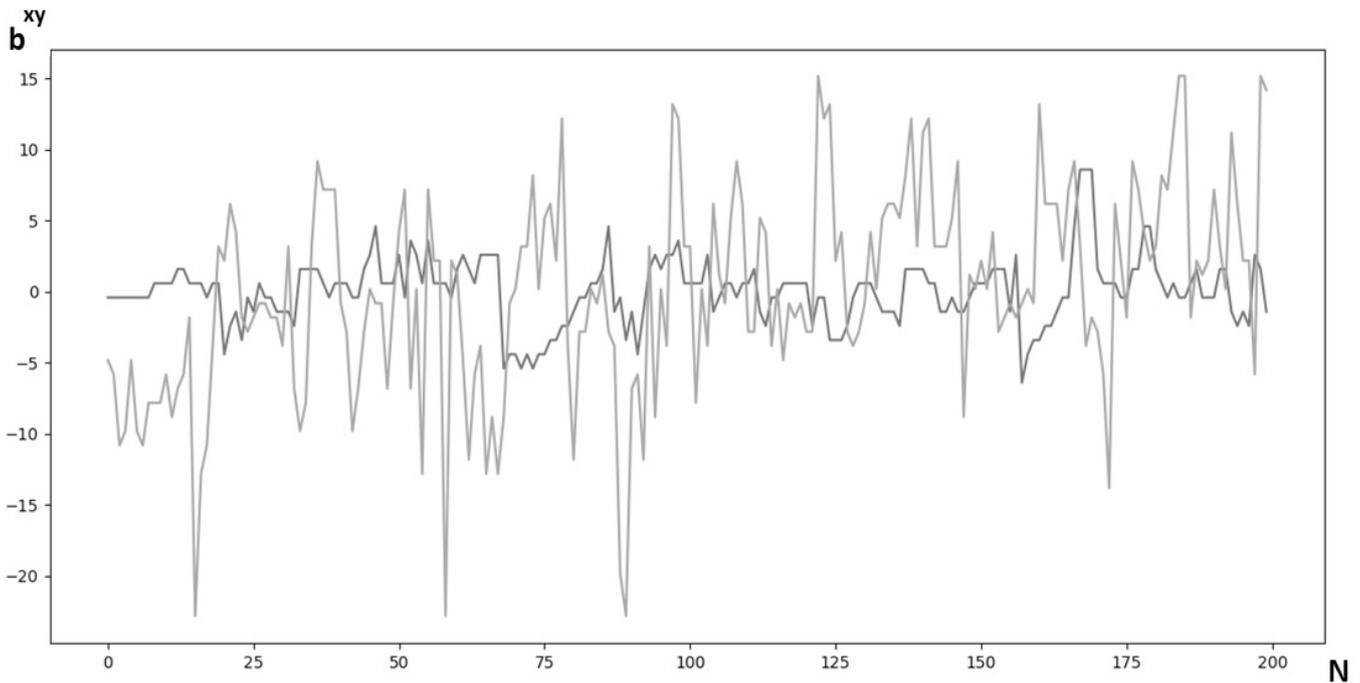


Рис. 1. Временные ряды изменения яркостей пикселей изображения: а — пиксель видеопотоков продуктов горения, б — пиксель окружающей видеопотока полевой растительности.

яркость пиксела с координатами (x, y) на i -м кадре выборки. Каждый временной ряд B^{xy} несет в себе информацию о том, каким образом меняется яркость участка кадра во времени и может использоваться для определения принадлежности пиксела некоторым специфичным объектам. Для дальнейшего рассуждения примем, что получение видеопотока происходит из стационарной точки наблюдения, а источник возгорания на начальном этапе так же не перемещается в поле зрения. При этом часть пикселей, принадлежащих изображениям продуктов горения, можно вывить по некоторым специфичным для них особенностям временных рядов [2–5] b_i^{xy} . Для наглядности рассмотрим рис. 1, на котором изображены графики центрированных временных рядов b^{xy} двух пикселей, один из которых принадлежит изображению продуктов горения.

Из графика видно, что временной ряд B^{xy} , описывающий изменение яркости пиксела продуктов горения имеет гораздо большую вариативность и ее размах по сравнению с пикселем окружающей обстановки.

Для выделения интересующих нас временных рядов, описывающих изменение яркости пикселей дымоподобных структур, введем коэффициент вариативности V являющейся оценкой нерегулярности временного ряда. Нерегулярность, в отличие от степени детерминированности временного ряда, характери-

зует степень его неупорядоченности ряда и сложность закона развития. В результате анализа подходов и критериев, используемых для оценки степени нерегулярности временного ряда, сделан вывод, что наиболее подходящим является коэффициент вариативности V :

$$V = \frac{\overline{\Delta b^{xy}}}{|\overline{b^{xy}}|}$$

Где $|\overline{b^{xy}}|$ — модуль статистического среднего временного ряда; $\overline{\Delta b^{xy}}$ — модуль средней разности временного ряда B^{xy} . Модуль средней разности временного ряда рассчитывается по следующей формуле [6]:

$$\overline{\Delta b^{xy}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |b_y^{xy} - b_{y-1}^{xy}|$$

где b_y^{xy} — i -й элемент исследуемого временного ряда; N — длина исследуемого ряда B^{xy} .

Коэффициент вариативности V пропорционален относительной скорости изменения значений временного ряда и может быть использован для классификации временных рядов по степени их изменчивости. Эмпирически было выявлено, что все временные ряды в видеопотоке можно разделить на три категории по степени их нерегулярности:

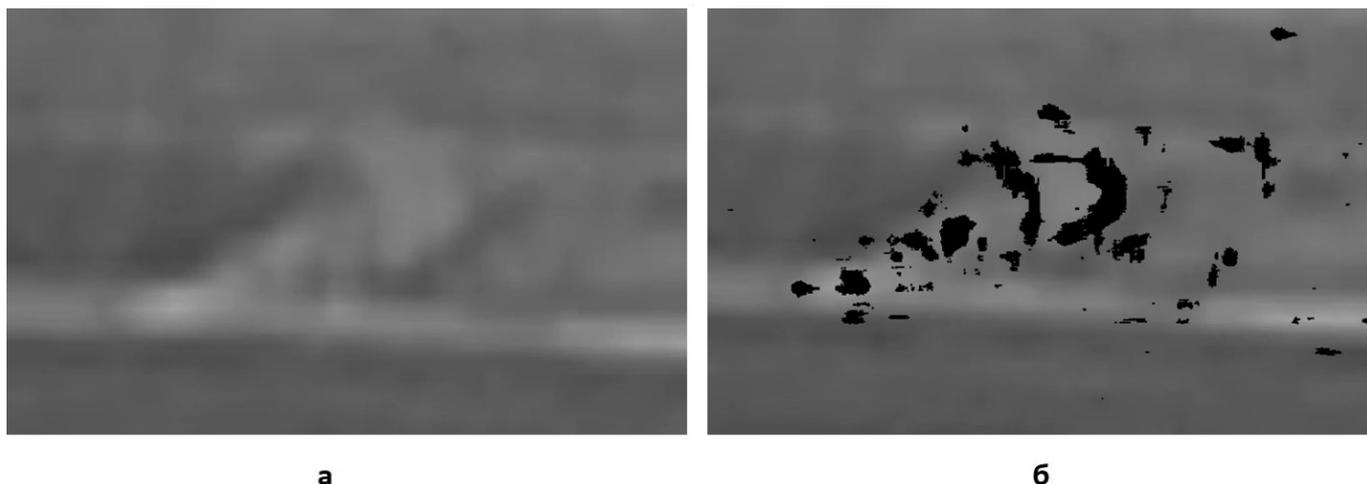


Рис. 2. Кадр видеопотока очага возгорания с разрешением 30x20 пикселей: а — исходный фрагмент изображения, б — фрагмент с выделенными пикселями, попадающими в диапазон $0.8 < V < 1.5$

- ◆ временные ряды с низкой вариабельностью или разовыми изменениями, принадлежащие стационарным или слабо перемещающимся объектам ($0 < V < 0.8$);
- ◆ шумовые временные ряды, принадлежащие быстро изменяющимся объектам, таким как колышущаяся на ветру трава, листва деревьев и т.д. ($V \geq 1.5$);
- ◆ временные ряды с умеренной степенью нерегулярности, свойственные дымоподобным структурам ($1 < K < 2$).

На рис. 1 приводятся графики временных рядов, отражающих изменение во времени яркости двух пикселей, один из которых принадлежит продуктам горения (а), а второй — полевой растительности (б). Исходя из значения коэффициента пиксели, принадлежащие дымоподобным структурам ($V=1,12$) значительно отличаются от пикселей растительности ($V=2,21$) и могут быть отделены от них. На основании оценки коэффициента вариабельности пиксели продуктов горения с высокой точностью могут быть отделены от пикселей движущихся объектов, атмосферных структур, листвы деревьев и прочих объектов.

Таким образом пиксели, принадлежащие видеопотоку дымоподобной структуры, имеют характерную поведенческую сигнатуру, оценкой которой может служить предлагаемый коэффициент вариабельности. Применение данного коэффициента позволяют находить в видеопотоке пиксели с интересующей поведенческой сигнатурой и искать их консолидации, являющиеся очагами возгораний. На рис. 2 приведены подсвеченные сигнатуры пикселей изображения продуктов горения.

При значениях скорости ветра более 12 м/с неупорядоченность временного ряда, описывающего дымоподобную структуру, значительно возрастает, что приводит к росту вариабельности и делает его слабо отличимым от шумовых временных рядов ($V > 1.5$). В данных условиях применение предлагаемого метода на основании оценки вариабельности становится сопряжено с высокой вероятностью возникновения ошибок первого рода.

Предлагаемый способ поиска дымоподобных структур позволяет в реальном времени и с высокой степенью вероятности обнаруживать признаки возгорания (продукты горения) на наблюдаемой площади, отбрасывая такие ложные признаки, как туман или движение низко стелющихся облаков. Несмотря на то, что подавляющее большинство пожаров на полях возникает днем, система позволяет обнаруживать очаг возгорания и в условиях плохой освещенности — используемые алгоритмы являются адаптивными и инвариантными к условиям освещенности.

Заключение

Предлагаемый алгоритм позволяет определять дымоподобные структуры в видеопотоке и обладает следующими преимуществами по сравнению с существующими аналогами:

- ◆ низкая вероятность ложных срабатываний, вследствие появления посторонних объектов;
- ◆ низкая ресурсоемкость метода, позволяющая использовать малые вычислительные устройства для анализа видеопотока;
- ◆ возможность определения очагов возгорания по малым пиксельным размерам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края [Электронный ресурс]. URL: <https://mpr26.ru>. (Дата обращения: 01.03.2023).
2. Андерсен, Т. Статистический анализ временных рядов / Т. Андерсен. / М.: Мир, 1976. — С. 756.
3. Букреев, В.Г. Выявление закономерностей во временных рядах в задачах распознавания состояний динамических объектов. / В.Г. Букреев, С.И. Колесникова, А.Е. Янковская. / Томск: изд. Томского политехнического университета. 2010. — С. 254.
4. Безручко, Б.П. Математическое моделирование и хаотические временные ряды / Б.П. Безручко, Д.А. Смирнов. / Саратов: ГосУНЦ «Колледж». 2005 — С. 320.
5. Ляхманов, Д.А. Выделение детерминированной компоненты временных рядов методом спектрального анализа / Э.С. Соколова, Д.А. Ляхманов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. Часть 1. № 5. С. 181–184.
6. Афанасьев, В.Н. Анализ временных рядов / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. / М.: Финансы и статистика. 2001. — С. 228.

© Ляхманов Дмитрий Александрович (dm.virger@gmail.com),

Капранов Сергей Николаевич (serg.kapranov@gmail.com), Степаненко Мария Анатольевна (ma.stepanenko@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМАТИКА УПРАВЛЕНИЯ ИТ-АКТИВАМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

MODERN ISSUES OF IT ASSET MANAGEMENT IN RUSSIAN FEDERATION

**A. Marunko
I. Popov**

Summary. Object: to discover current problems in IT asset management sphere and generate possible solutions to these problems.

Methods: search for relevant publications in data bases such as e-Library, "Консультант", Google Scholar and among IT asset management community analysis and their following analysis to discover and systemize current problems in this sphere in Russia.

Findings: nowadays, topics of complex IT asset discovery, new technologies management and import substitution are of current interest in Russia. There are several possible alternative ways to mitigate all of these problem types, but it won't be possible to eliminate them completely in the nearest future both in Russia and around the globe.

Conclusions: while managing IT assets in Russia, one might come across both global and local, connected to geopolitical field, issues. Despite them being irremovable, business entities and the ITAM community should seek their mitigation because it opens up new possibilities for development to the whole Russian IT sphere.

Keywords: IT assets, IT asset management (ITAM), software asset management (SAM), software, software as a service (SaaS), licenses, import substitution.

Марунько Анна Сергеевна

Финансовый университет при Правительстве РФ
marunko.a@yandex.ru

Попов Илья Олегович

Финансовый университет при Правительстве РФ
ilya.pop.2014@yandex.ru

Аннотация. Цель: выявить актуальные для России проблемы в области управления ИТ-активами и сформулировать возможные подходы для их решения.

Методы: поиск и анализ публикаций в базах данных e-Library, «Консультант», Google Scholar, а также в сообществах специалистов по управлению ИТ-активами для выявления и систематизации актуальных проблем, которые испытываются в этой области в России.

Результаты: именно вопросы комплексного обнаружения, управления новейшими технологиями и импортозамещения в последнее время стоят в России особенно остро. Возможны несколько альтернативных путей минимизации все этих видов проблем, однако полностью устранить их в ближайшем будущем вряд ли удастся как в России, так и в мире.

Выводы: при управлении ИТ-активами в России встречаются как глобальные, так и локальные, связанные с текущей геополитической проблемы. И хотя их невозможно пока что устранить до конца, их можно и нужно локализовать, смягчая урон и открывая таким образом новые возможности и направления развития для ИТ-сектора.

Ключевые слова: ИТ-активы, управление ИТ-активами, управление программными активами, ПО, ПО как услуга, лицензии, импортозамещение.

Введение

Управление ИТ-активами — это комплекс бизнес-практик по планированию, учёту и отслеживанию состояния ИТ-активов, а также по управлению их жизненным циклом для оперативного контроля и принятия стратегических решений для ИТ-среды. ИТ-активы включают в себя как программные, так и аппаратные элементы ИТ-инфраструктуры предприятия, поэтому зачастую на практике управление ИТ-активами (или ITAM — IT Asset Management) разделяется на HAM (управление аппаратными активами) и SAM (управление программными активами). То есть, иными словами, ITAM отвечает в том числе за закупку и отслеживание лицензий на ПО, закупку и дистрибу-

цию аппаратных средств между сотрудниками предприятия, ИТ-аудит и так далее [3].

Материалы и методы

Проведен поиск и анализ публикаций в базах данных e-Library, «Консультант», Google Scholar, а также в сообществах специалистов по управлению ИТ-активами для выявления и систематизации актуальных проблем, которые испытываются в этой области в России. Также был проведен дополнительный поиск информации в научных публикациях и на официальных сайтах соответствующих организаций о доступных решениях для задач управления ИТ-активами в России. По результатам анализа найденной информации были сформу-

лированы возможные подходы к локализации и/или устранению выявленных проблем.

Результаты и обсуждение

С управлением ИТ-активами связан многогранный спектр проблем и вопросов, который пытаются решить во всём мире путём формирования и закрепления наилучших практик в этой области. Проблемы управления ИТ-активами в России его можно разделить на две категории: глобальные проблемы управления ИТ-активами и локальные. Глобальная категория включает в себя общие вопросы, присущие данной сфере независимо от геополитической обстановки; а локальная — отвечает за проблемы, возникающие на конкретном экономическом ландшафте, в данном случае — на российском.

Краеугольный камень всеобщих проблем управления ИТ-активами — это отслеживание используемого ПО: его количество, срок окончания и возобновления лицензий, условия лицензирования [3]. Распространённая на западном рынке практика ИТ-аудита от крупных вендоров вроде Microsoft и Oracle угрозой больших штрафов за лицензионное несоответствие заставила компании обратить пристальное внимание на данную проблему. Вопрос отслеживания лицензий усложняется тем, что у многих компаний не только обычные компьютеры и ноутбуки, для которых лицензионную позицию просто посчитать (например, 1 сотрудник равняется 1 лицензии Microsoft Office), они также располагают такими активами, как сервера и мейнфреймы. Для таких аппаратных средств лицензии рассчитываются в зависимости от моделей и количества процессоров внутри, что требует более внимательного подхода к вычислениям [5].

Также сейчас очень популярны концепции Software as a Service (ПО как услуга) и Infrastructure as a Service (Инфраструктура как услуга), связанные с облачными технологиями. SaaS и IaaS позволяют вендорам поставлять приложения заказчикам удалённо, как правило, на их же облачных сервисах по подписке [3]. Это сильно упрощает борьбу вендоров с неправомерным использованием их продуктов, так как приложение не находится на устройстве пользователя. Однако это усложняет работу ИТАМ-отделов внутри клиентских компаний: становится сложнее отслеживать, как и сколько сотрудников пользуются определённым приложением для будущего расчёта лицензий или подписок. Более того, сотрудники зачастую имеют возможность пробовать и пользоваться ПО, которое они нашли и либо воспользовались пробным периодом, либо оплатили сами [4]. Это может показаться безобидным, но такая практика создаёт серьёзную угрозу информационной безопасности компании. В этом и заключается суть проблемы shadow IT (теневого ИТ).

Таким образом, можно увидеть, как посредственное отслеживание ИТ-активов может привести к множеству других проблем: утечки информации и нарушение безопасности компании; неуспешное прохождение ИТ-аудита вендора и возможность нарушения лицензионных соглашений; недовольные сотрудники, не получающие достаточно инструментов для выполнения своих непосредственных обязанностей. В ближайшем будущем нет никаких причин для смены тенденций и уменьшения числа ИТ-активов у компаний, наоборот — они будут лишь расти как в количестве, так и в разнообразии категорий продуктов. Как следствие, поиск эффективных решений для управления ими — это чрезвычайно актуальная проблема не только в России, но и в мире.

Осенью 2021 года, произошёл инцидент с Log4J, который может послужить хорошим примером, как проблема обнаружения и управления ИТ-активов может проявиться и какой ущерб она может нанести.

Log4J — это инструмент логирования от Apache, написанный на Java. Он основан на открытом исходном коде, и поэтому используется в огромном количестве организаций: Apple iCloud, Steam, Twitter и в прочих, в том числе маленьких проектах. Год назад в Log4J была обнаружена критическая уязвимость: с помощью него и Java Naming and Directory Interface возможно устанавливать и запускать удалённо вредоносный код. В итоге уязвимости был присвоен критический статус CVE-2021-44228, а после была выпущена целая серия обновлений, устраняющих уязвимые места в Log4J [6].

Однако, создание новой безопасной версии инструмента ещё не означает, что многочисленные организации по всему миру скачают и установят его. Так как Log4J — это, по сути, лишь часть комплексной библиотеки, большая часть пользователей даже не знает о том, что их системы нуждаются в срочном патче безопасности. Именно развитая культура управления ИТ-активами компании ответственна за информацию о том, где и как используется в ИТ-инфраструктуре. Более того, даже если предприятию известно, что уязвимостью затронуты его устройства и используемые программы, временной промежуток между выходом обновления и его установкой всё равно может быть достаточно большим для того, чтобы злоумышленники успели воспользоваться уязвимостью [8].

Данный пример также затрагивает проблему подхода управления программными активами «Patch + Fix». Если это единственный инструмент для улучшения ПО и устранения уязвимостей в организации, то тогда она становится полностью зависима от вендора и от того, насколько оперативно он выпускает обновления. К тому же, при окончании поддержки приложения

разработчик обычно и вовсе перестаёт обновлять его. Также, так как патчи нацелены в основном на базовую версию приложения, зависимость от них усложняет кастомизацию ПО, к которой, как правило, прибегают многие компании со своими уникальными бизнес-требованиями.

В первую очередь для решения проблемы отслеживания ИТ-активов и лицензий на них необходимо воспользоваться приложениями по менеджменту ИТ-активов, которые позволяют автоматизировать и ускорить эти процессы для ИТАМ-специалистов [5]. Однако стоит учитывать, что приложение для управления должно иметь расширенный учёт используемых SaaS и IaaS инструментов. Обычные приложения для управления, как правило, опираются на «денежный след» в своих расчётах, а SaaS и IaaS программы могут не оставлять его, особенно если ими пользуются децентрализованно, несколько отделов из всей организации [4]. Таким образом, приложение для управления ИТ-активами должно выполнять три главных цели: отслеживать ПО, в том числе «теневое», управлять им и превращать его в полноценное ПО для нужд бизнеса.

После того как такой инструмент имплементирован в компании, ИТАМ-отделу необходимо начать продолжительное наблюдение за всей ИТ-средой и регулярно выявлять следующую информацию о приложениях: кто ими пользуется, когда, для чего и какой тренд использования [3]. Также полезно разделять отслеживаемое ПО по его важности для бизнес-процессов. Данный подход снабдит всех сотрудников информацией о том, какие программы используются в компании и какие подойдут для их потребностей. Это уменьшит число тех программ, которые сотрудники устанавливают сами, когда не могут найти что-то подходящее среди предложений от ИТ-отдела. Более того, станет легче рассчитывать необходимое число лицензий при закупках.

Всё описанное выше поможет обнаруживать и отслеживать ПО, но вернёмся к ситуации с Log4J, который является программной компонентой, а не целым приложением. На данный момент набирает популярность такой концепт как Software Bill of Materials — это список всех «open source» и других сторонних компонент, использующихся в кодовой базе программного продукта [10]. По каждой компоненте SBOM минимально содержит информацию о названии, версии и лицензии. Некоторые форматы обязательно указывают ещё и тип компонента (например, «фреймворк» или «библиотека»). За создание такого списка, разумеется, ответственен разработчик программного продукта. Например, в США все ИТ-проекты для госорганов США должны содержать SBOM, поэтому хотелось бы верить, что эта практика скоро перейдёт и в ПО для частного бизнеса, так как

это позволит своевременно обнаруживать в ИТ-инфраструктуре звенья, подверженные кибератакам.

Одна из ключевых проблем управления ИТ-активами, присущих именно России — это текущая геополитическая обстановка, в связи с которой основные вендоры большей части используемого российскими компаниями ПО ушли с российского рынка.

Наиболее наглядным образом текущая ситуация стала достаточно проблематичной после официального ухода из России компании Microsoft, поскольку вместе с прекращением поставок какого-либо ПО, было объявлено также о прекращении обслуживания всех продуктов, лицензия которых подходит к концу. Корпорация Microsoft прекратила продажу не только базовых продуктов — ОС Windows и пакета программ Microsoft Office, но и серверного оборудования и ПО — например, Windows Server. Последствием этого решения стала потеря многими коммерческими компаниями, государственными и образовательными организациями доступа к своим серверам удалённого доступа.

У каждой проблемы есть два типа решения: полное устранение и минимизация ущерба (локализация). В этом конкретном случае полное устранение проблемы невозможно. Решать данную проблему необходимо, применяя метод локализации, так как:

- ◆ отсутствует альтернативный поставщик некоторых типов ПО, например, пакетов офисных программ;
- ◆ отсутствует альтернативная ОС, которая была бы так же распространена, как варианты с западного рынка;
- ◆ отсутствует поставщик альтернативных серверных решений;
- ◆ отсутствует поставщик альтернативных облачных решений;
- ◆ высокий уровень популярности продуктов зарубежных вендоров среди российских пользователей.

Несмотря на то, что данные факторы могут не полностью отразить ситуацию на рынке ИТ-решений в России и многие похожие программы на самом деле реализованы российскими ИТ-компаниями, большинство такого ПО неизвестно широкому кругу клиентов [9]. Более того, продукты корпорации Microsoft и других зарубежных вендоров создают свои собственные экосистемы — наборы продуктов, способные полностью удовлетворить нужды бизнеса и подавляющие необходимость в каких-либо альтернативных поставщиках ПО. Отечественных «ИТ-экосистем» такого рода пока, к сожалению, нет.

Локализовать проблему отсутствия ИТ-активов, к которым так привыкли российские пользователи, можно несколькими способами:

- ◆ найти альтернативу среди разработок отечественных ИТ-компаний;
- ◆ создать новое ПО на базе российских ИТ-компаний;
- ◆ найти альтернативу на мировом рынке ПО;
- ◆ внесение поправок в законодательство.

Первый и второй пункты уже используются на уровне Правительства РФ. Примером тому могут послужить госпрограммы по импортозамещению и развитию ИТ-сектора в России. Одной из таких программ является программа по импортозамещению ПО от Правительства Москвы, в рамках которой было создано несколько технологических платформ для разработки, внедрения и обмена инновациями, предоставлены гранты, льготные кредиты и другие меры поддержки [11]. Данный способ можно назвать основной реализуемой стратегией РФ в рамках решения проблемы импортозамещения ПО.

Далее, можно прибегнуть к поиску альтернативных программных продуктов в дружественных странах: например, в Индии и в КНР. Но при ближайшем рассмотрении выяснилось, что на зарубежном дружественном рынке нет развитых альтернатив, по крайней мере в сфере офисного и серверного ПО [7]. Гораздо более выгодно в долгосрочной перспективе развивать отечественные ИТ-продукты.

Четвёртый возможный способ решения — изменение текущего законодательства. В российском законодательстве существует множество актов, указывающих, что любое программное обеспечение и смежные с ним компоненты являются интеллектуальным продуктом, а также устанавливающих ответственность за использование лицензированных программных продуктов без соответствующего разрешения. Основными можно назвать следующие статьи:

- ◆ статья 1225 Гражданского Кодекса РФ, «Охраняемые результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации»; [1]

- ◆ статья 1259 Гражданского Кодекса РФ, «Объекты авторских прав»; [1]
- ◆ статья 1229 Гражданского Кодекса РФ, «Исключительное право»; [1]
- ◆ статья 7.12 Кодекса об Административных Правонарушениях РФ, «Нарушение авторских и смежных прав, изобретательских и патентных прав». [2]

Данные акты не позволяют использовать «пиратское» ПО. В текущих геополитических реалиях в эти законы можно было бы внести некоторые изменения касательно тех компаний, которые покинули российский рынок, но реализация таких правок заняла бы достаточно много временных и денежных ресурсов. Более того, такие законодательные изменения, скорее всего, оказались бы недостаточно эффективным решением, поскольку изменение данных актов может противоречить нормам международного права или конфликтовать с другими актами в рамках российского законодательства.

Таким образом, развитие и поддержка отечественных разработок ПО и ИТ-сектора в целом — это действительно самый эффективный и перспективный способ реализации импортозамещения ИТ-активов как для российского бизнеса, так и для частных пользователей.

Заключение

В заключение обоих описанных проблем хотелось бы сказать, что это далеко не все испытания, с которыми сталкиваются и отделы по управлению ИТ-активами, и вся сфера ИТ, но, пожалуй, именно вопросы комплексного обнаружения, управления новейшими технологиями и импортозамещения в последнее время стоят в России особенно остро. И хотя их невозможно пока что устранить до конца, их можно и нужно локализовать, смягчая урон и открывая таким образом новые возможности и направления развития для ИТ-сектора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 01.07.2021) // СПС «КонсультантПлюс».
2. Кодекс об административных правонарушениях Российской Федерации от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 16.04.2022) // Российская газета. 2001. № 256.
3. Кашурников С.Н., Евдолюк Ю.М. Технология ITAM как эффективная мера управления рисками в сфере информационных технологий // Проблемы анализа риска. 2019. № 1.
4. Кондакова А.В., Золотухина Е.Б. Анализ преимуществ и недостатков SaaS-технологии (программного обеспечения как услуги) // E-Scio. 2019. № 6.
5. Маслова А.С. Перспективы автоматизации информационного процесса управления лицензиями на программное обеспечение на примере ОАО «ПО «Кристалл» // Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 4.
6. Сарсенбаева Ж., Исагул А.А., Плескачев Д.В. Пути защиты от уязвимости LOG 4J // Наука и реальность. 2022. № 1.
7. Сухарев О.С. Государственное управление импортозамещением: преодоление ограничений // Управленец. 2023. № 1.
8. Шинкарев А.А. Роль программного обеспечения с открытым исходным кодом в современной разработке корпоративных информационных систем // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2021. № 2.

9. Шиманковский К.В. Импортзамещение в области программного обеспечения бизнес-аналитики // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2022. № 2.
10. Cybersecurity and infrastructure security agency (CISA USA) — Software bill of materials (SBOM) // Электронный доступ URL: <https://www.cisa.gov/sbom> (дата обращения 02.03.2023).
11. Официальный сайт Мэра Москвы — Импортзамещение: ИТ-решения // Электронный доступ URL: <https://www.mos.ru/city/projects/software/> (дата обращения 09.03.2023).

© Марунько Анна Сергеевна (marunko.a@yandex.ru), Попов Илья Олегович (ilya.pop.2014@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Финансовый университет при Правительстве РФ

АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ФОРМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ РФ С НАСЕЛЕНИЕМ

ANALYSIS OF DIGITAL FORMS OF INTERACTION OF STATE AUTHORITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION WITH THE POPULATION

*S. Martsynkovsky
O. Isabekova*

Summary. In the work, an analysis was made of digital forms of interaction between government agencies and the population. The main trends in the development of the processes of interaction of public authorities with the population through the use of information technologies are determined. The legal framework governing the digitalization of state and municipal government, as well as directly related to improving the quality of the provision of electronic public services to the population, is considered.

Keywords: digitalization, information technologies, electronic state and municipal services.

Марцынковский Сергей Сергеевич

*Московский государственный университет
технологий и управления имени К.Г. Разумовского
(Первый казачий университет)
martzynkovsky@yandex.ru*

Исабекова Ольга Александровна

*К.э.н., доцент, РТУ МИРЭА (г. Москва)
avokebasi1@yandex.ru*

Аннотация. В работе проведен анализ цифровых форм взаимодействия органов государственной власти РФ с населением. Определены основные тенденции развития процессов взаимодействия органов государственной власти с населением посредством использования информационных технологий. Рассмотрена нормативно-правовая база, регулирующая процессы цифровизации государственного и муниципального управления, а также непосредственно касающаяся повышения качества предоставления электронных государственных услуг населению.

Ключевые слова: цифровизация, информационные технологии, электронные государственные и муниципальные услуги.

Повышение роли информации, знаний и информационных технологий стало не только определяющим фактором развития общества, но и немаловажным стратегическим ресурсом, который определяет принципиально новые векторы развития Российской Федерации, а также предоставляет возможность совершенствования уже функционирующих способов достижения поставленных целей и задач государственного управления, направленных на сбалансированное социально-экономическое развитие страны.

Однако нельзя не заметить, что цифровизация общественного сектора также имеет ряд недостатков. Так, исследования, проведенные всероссийским центром изучения общественного мнения (ВЦИОМ) показали, что каждый шестой россиянин старше 18 лет не пользуется интернетом, что свидетельствует, во-первых, о низком достатке некоторых групп населения, которым просто недоступна эта сфера как таковая, а, во-вторых, о невозможности осваивания новых технологий в следствии отсутствия компьютерной грамотности.

Генеральный директор Фонда ВЦИОМ Константин Абрамов заявил, что «при чрезмерном развитии цифровизации, как в государственных институтах, так

и в частном секторе (магазины, банки, онлайн-сервисы) эти люди могут угодить в так называемое «цифровое гетто», когда их возможности будут существенно ограничены» [1].

Следует отметить, что использование информационных технологий при взаимодействии органов государственной власти с населением обуславливается повышением качества и скорости предоставления услуг, снижением административной нагрузки как на государственные организации, так и на самих граждан, проявляющейся в уменьшении количества очных обращений, а также в упрощении процедуры получения необходимой информации населением. Несомненно, нормативные акты фиксируют положения о том, что качество жизни населения напрямую зависит от информатизации органов управления [2].

Так, основополагающим нормативным актом, направленным на развитие информатизации в России, является Федеральный проект «Цифровое государственное управление» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», реализующийся в рамках государственной программы «Информационное общество», направленный на достижение национальной цели «Цифровая трансформация», которая

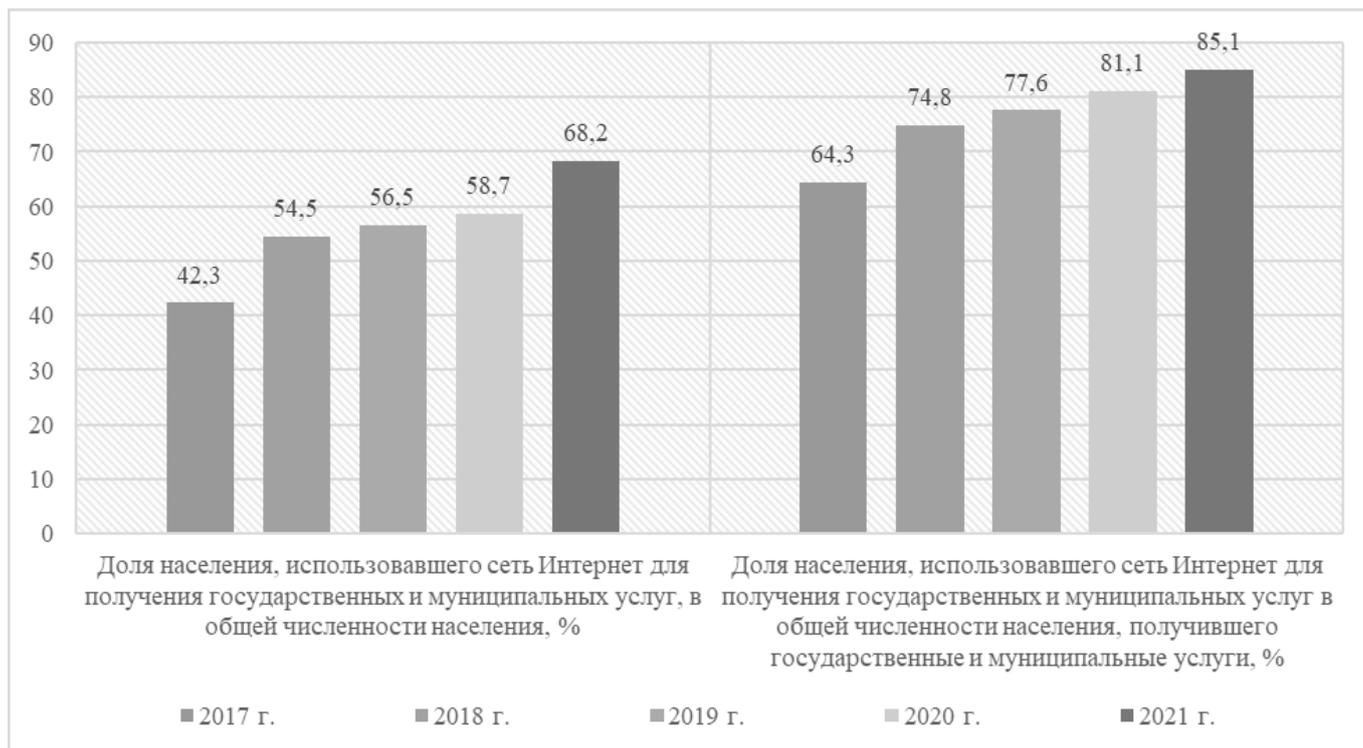


Рис. 1. Динамика доли населения, использовавшего сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг (выполнено авторами по материалам, представленным на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики)

определена указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2021 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». Наиболее важными мероприятиями федерального проекта являются: стимулирование граждан к получению государственных и муниципальных услуг в электронном виде с использованием Единого портала государственных услуг Российской Федерации (ЕПГУ), повышение качества и удобства предоставляемых органами государственной власти услуг, а также расширение количества государственных услуг, которые граждане и организации смогут получить в электронном виде [3].

На рисунке представлена доля населения, использовавшего сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг в 2017–2021 гг.

Необходимо подчеркнуть, что наблюдается ежегодная тенденция роста использования интернета для получения государственных и муниципальных услуг населением. Средний темп прироста доли населения, использовавшего сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг, в общей численности населения, составил 13%, а аналогичный коэффициент показателя доли населения, использовавшего сеть Интернет для получения государственных и муни-

ципальных услуг в общей численности населения, получившего государственные и муниципальные услуги, равен 7%.

Перед проведением анализа самой популярной в настоящее время справочно-информационной системы «Единый портал государственных и муниципальных услуг», в равной степени обеспечивающей гражданам, юридическим лицам, предпринимателям, иностранным гражданам, а также партнерам доступ к сведениям о государственных и муниципальных учреждениях и оказываемых ими электронных услугах [4], стоит рассмотреть первоначальные этапы формирования цифровых форм взаимодействия государственных и муниципальных органов с населением.

Так, постановление Правительства РФ от 25 декабря 2007 г. № 931 «О некоторых мерах по обеспечению информационного взаимодействия государственных органов и органов местного самоуправления при оказании государственных услуг гражданам и организациям» обеспечивало с 1 января 2008 г. переход федеральных органов исполнительной власти на оказание гражданам и организациям государственных услуг, связанных с обменом сведениями, содержащимися в базах данных информационных систем федеральных

органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, других государственных органов и органов местного самоуправления, с использованием программно-аппаратных средств и телекоммуникационной инфраструктуры общероссийского государственного информационного центра в соответствии с планом, утвержденным Правительством Российской Федерации [5].

Стоит отметить, что отправной точкой создания электронной среды, которая включала бы в себя функции предоставления гражданам всего спектра услуг государственных и муниципальных организаций, было принятие приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 11.03.2008 № 32 «Об утверждении Положения об общероссийском государственном информационном центре».

Общероссийский государственный информационный центр (ОГИЦ), разработанный российским научно-исследовательским учреждением «Восход», подведомственным Министерству цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры России), должен был обеспечить информационное взаимодействие информационных систем органов государственной власти между собой, с информационными системами органов местного самоуправления и иными информационными системами в интересах оказания государственных услуг гражданам и организациям в электронном виде [6].

Однако не имевший широкого успеха ОГИЦ в результате смены руководства Министерства связи в сентябре 2010 года был выведен из эксплуатации. Правительством Российской Федерации было принято решение о разработке нового портала, способного в полной мере обеспечить предоставление государственных услуг населению.

Реализация Федеральной целевой программы «Электронная Россия (2002–2010 годы)», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 28 января 2002 г. № 65, подразумевала под собой постановку следующих целей:

- ◆ повышение качества взаимоотношений государства и общества путем расширения возможности доступа граждан к информации о деятельности органов государственной власти, повышения оперативности предоставления государственных и муниципальных услуг, внедрения единых стандартов обслуживания населения;
- ◆ повышение эффективности межведомственного взаимодействия и внутренней организации деятельности органов государственной вла-

сти на основе организации межведомственного информационного обмена и обеспечения эффективного использования органами государственной власти информационных и телекоммуникационных технологий, повышения эффективности управления внедрением информационных и телекоммуникационных технологий в деятельность органов государственной власти;

- ◆ повышение эффективности государственного управления, обеспечение оперативности и полноты контроля за деятельностью органов государственной власти [7].

Одним из главных результатов реализации ФЦП «Электронная Россия» стало открытие для организаций и граждан в тестовом режиме 15 декабря 2009 года «Единого портала государственных и муниципальных услуг (функций)», который смог обеспечить доступ физических и юридических лиц в электронной форме к сведениям о государственных и муниципальных услугах в Российской Федерации. Запуск 1 января 2010 года ЕПГУ в штатном режиме позволил в полном объеме производить эффективный поиск информации по государственным или муниципальным услугам.

Заказчиком проекта по созданию ЕПГУ стал крупнейший в России интегрированный провайдер цифровых услуг и решений «Ростелеком», а непосредственным исполнителем проекта — российская ИТ-компания «Энвижн Групп».

В настоящий период основополагающим в процессе внедрения и совершенствования информационных технологий в государственное и муниципальное управление является Федеральный проект «Цифровое государственное управление» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», который реализуется в рамках государственной программы «Информационное общество».

Федеральный проект направлен на достижение национальной цели «Цифровая трансформация», которая определена указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2021 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

Стоит выделить основные мероприятия федерального проекта:

- ◆ обеспечение удовлетворенности граждан качеством предоставления массовых социально значимых государственных и муниципальных услуг в электронном виде с использованием Единого портала государственных и муниципальных услуг;

- ◆ цифровизация процессов предоставления государственных услуг и исполнения государственных функций государственными органами власти;
- ◆ стимулирование граждан к получению государственных и муниципальных услуг в электронном виде с использованием ЕПГУ;
- ◆ повышение качества и удобства предоставляемых органами государственной власти госуслуг, а также расширение количества госуслуг, которые граждане и организации смогут получить в электронном виде [8].

ЕПГУ постоянно растет и развивается, о чем свидетельствует заявление Министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Шадаяева Максута Игоревича, в котором говорится, что «число зарегистрированных на портале «Госуслуги» россиян превысило 98 миллионов человек, за ав-

густ сервисом воспользовалось более 35 миллионов граждан». Также согласно информации, размещенной на сайте Министерства экономического развития Российской Федерации, госуслуги станут доступнее для граждан, благодаря расширению сектора пользовательского сопровождения МФЦ.

Таким образом, проведя анализ цифровых форм взаимодействия государственных органов власти с населением, можно сделать выводы о том, что цифровизация процессов предоставления государственных и муниципальных услуг имеет неуклонную тенденцию к совершенствованию, благодаря постоянному развитию нормативно-правовой базы, а также повышению доли населения, использующего сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг как, в общей численности населения, так и в общей численности населения, получающего государственные и муниципальные услуги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российские пенсионеры могут оказаться в «цифровом гетто» // PensNews URL: <https://pensnews.ru/article/6190> (дата обращения: 07.12.2022).
2. Банных Г.А., Свицерский П.В. Информатизация государственного управления в России: историко-нормативное развитие // Актуальные проблемы социологии молодежи, культуры, образования и управления. — Екатеринбург: УрФУ, 2014. — С. 34–36.
3. «Цифровое государственное управление» // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/882/> (дата обращения: 08.12.2022).
4. Что такое ЕПГУ // Госуслуги URL: <https://www.gosuslugi.ru/help/faq/general/2373> (дата обращения: 08.12.2022).
5. Постановление Правительства РФ от 25 декабря 2007 г. N 931 «О некоторых мерах по обеспечению информационного взаимодействия государственных органов и органов местного самоуправления при оказании государственных услуг гражданам и организациям» (с изменениями и дополнениями) (утратило силу) // Гарант URL: <https://base.garant.ru/192518/> (дата обращения: 09.12.2022).
6. Приказ Мининформсвязи РФ от 11.03.2008 N 32 Об утверждении Положения об общероссийском государственном информационном центре // КонсультантПлюс URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mininformsvjazi-rf-ot-11032008-n-32/> (дата обращения: 12.12.2022).
7. ФЦП «Электронная Россия (2002–2010 годы)» // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5887/ (дата обращения: 14.11.2022).
8. «Цифровое государственное управление» // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/882/> (дата обращения: 15.12.2022).

© Марцынковский Сергей Сергеевич (martzynkovsky@yandex.ru), Исабекова Ольга Александровна (avokebasi1@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

О НАХОЖДЕНИИ МИНИМАЛЬНОГО ОСТОВНОГО ДЕРЕВА

ON FINDING THE MINIMAL SPANNING TREE

**O. Okhlupina
D. Murashko**

Summary. The use of graph theory for the purpose of formalization and data research is widely used in various branches of human activity, such as construction, design, aviation, economics. Finding the minimum spanning tree of an arbitrary undirected weighted graph has been a well-known problem for decades. However, the method of solving this problem still does not lose its relevance in connection with the search for the most effective implementation. The existing algorithms of the solution are being improved for the purpose of universality of use and error tolerance. The paper considers the solution of the problem of finding the minimum spanning tree using the Prims algorithm using html css java script. A convenient tool has been obtained for quickly creating a tree grid and calculating the minimum distance between points by building a path map and visually displaying the result to the user. For convenient operation, an interface has been developed that allows you to manipulate the grid of space.

Keywords: weight, vertex, graph, tree, path, edge, spanning tree, connected graph, undirected graph, space grid.

Охлупина Ольга Валентиновна

Кандидат физико-математических наук,
доцент, Брянский государственный инженерно-
технологический университет
helga131081@yandex.ru

Мурашко Дмитрий Сергеевич

Брянский государственный инженерно-
технологический университет
murashko100500@gmail.com

Аннотация. Использование теории графов с целью формализации и исследования данных находит широкое применение в различных отраслях человеческой деятельности, таких, как строительство, дизайн, авиация, экономика. Поиск минимального остовного дерева произвольного неориентированного взвешенного графа представляет собой широко известную задачу уже не одно десятилетие. Однако, способ решения данной задачи до сих пор не теряет своей актуальности в связи с поиском наиболее эффективной реализации. Существующие алгоритмы решения подвергаются усовершенствованию с целью универсальности использования и устойчивости к ошибкам. В работе рассмотрено решение задачи нахождения минимального остовного дерева с применением алгоритма Прима с использованием html css java script. Получен удобный инструмент для быстрого создания сетки дерева и подсчёта минимального расстояния между точками с помощью выстраивания карты путей и визуального удобного отображения результата пользователю. Для удобной работы был разработан интерфейс, позволяющий манипулировать сеткой пространства.

Ключевые слова: вес, вершина, граф, дерево, путь, ребро, остовное дерево, связный граф, неориентированный граф, сетка пространства.

Введение

Модели взвешенных графов находят широкое применение при решении практических задач в различных областях с целью визуализации процессов: от электронных схем до задач планирования. В связи с этим актуальной становится проблема минимизации затрат. При этом веса могут отождествляться как со временем, так и с затратами, либо с иными величинами. Переход к математической модели задачи означает возникновение необходимости поиска наименьшего веса пути, соединяющего точки неориентированного графа.

В первой части работы приводится математическое обоснование поставленной задачи. Вторая часть посвящена реализации алгоритма поиска минимального остовного дерева (МОД) с демонстрацией программного кода на с использованием html css java script.

Задача поиска МОД

Введём следующие обозначения. Пусть $G(V, E)$ — неориентированный взвешенный граф с множеством вершин V и множеством рёбер E . При этом вес ребра определим с помощью функции $\omega: E \rightarrow R$, где R — множество действительных чисел.

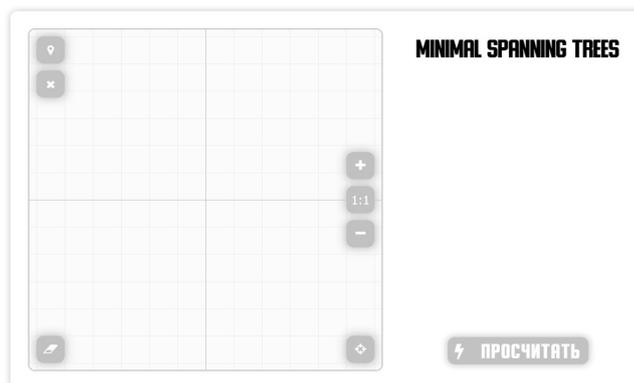


Рис. 1. Общий вид сайта

Маршрутом в графе будем считать чередующуюся последовательность вершин и рёбер графа, в которой произвольные пары соседних элементов инцидентны. Путь — маршрут, в котором рёбра не повторяются. Простой путь — путь, в котором не повторяются вершины. Под циклом будем понимать замкнутый маршрут без повторяющихся рёбер.

Подграфом графа $G(V, E)$ является граф $G_1(V_1, E_1)$, у которого $V_1 \subseteq V$, $E_1 \subseteq E$.

Дерево — связный граф, не содержащий циклов.

Остовным деревом (ОД) связного графа $G(V, E)$ назовём его произвольный подграф $G_1(V_1, E_1)$, содержащий все вершины графа G и являющийся деревом. Каждый связный граф содержит ОД.

Вес ОД складывается из суммы весов рёбер ОД. Минимальное ОД (МОД) взвешенного графа — это ОД, вес которого не больше веса произвольного ОД данного графа.

Таким образом, возникает задача построения ОД с минимальным весом.

Замечание: в случае равенства весов рёбер графа может возникнуть ситуация существования нескольких МОД. Минимизации подвергается не само дерево, а вес. В случае существования нескольких рёбер минимального веса минимальным при применении алгоритма может являться любое из этих рёбер.

Представим теперь себе сформулированную выше задачу таким образом: возьмём за основу вершины исходного графа без рёбер. Нам необходимо соединить их между собой так, чтобы можно было оказаться из одной вершины в другой без возникновения циклов и минимальным суммарным весом задействованных рёбер.

Идея алгоритма Прима состоит в том, что, отталкиваясь от подграфа, содержащего единственную произвольную вершину исходного графа, мы должны достичь МОД. Перебор рёбер, инцидентных выбранной изначально вершине, происходит так, что определяется ребро с минимальным весом, связывающее две различные компоненты связности, одной из которых является имеющийся подграф. Процесс повторяется до нахождения МОД.

Реализация алгоритма

В качестве алгоритма работы, был выбран алгоритм Прима. Весь интерфейс сайта [1] был написан на языках программирования html и css, все алгоритмические части были написаны на JavaScript. Код представлен в [2].

Сайт представляет из себя платформу с передвигаемым полем и элементами управления. Имеется возможность добавлять, удалять точки дерева, очищать, приближать и отдалять поле. Также, нельзя не отметить, кнопку вызова алгоритма просчёта дерева.

В первую очередь, после расстановки точек и нажатия на кнопку, вызывается функция `traceButton`:

```
function traceButton () {
  clearTools ();
  clearLines ();
  let obj = new MinTree (arrayPoints);
  obj.trace ();
  obj.calculate ();
}
```

В ней, в первую очередь, очищаются старые данные, со старых расчётов. Далее происходит создание объекта класса `MinTree` по массиву точек с координатами плоскости, после чего вызывается метод `trace`, для трассировки линий в памяти. Происходит это, путём

создания массива линий от каждой точки к каждой, перемешивания этого массива и, с помощью функции, отсечения одной из двух пересекающихся линий, после чего, происходит рендеринг этих линий на поле сайта. Следующим на очереди, как раз, идёт метод `calculate`, в котором и заключён весь алгоритм Прима, готовый работать по заранее подготовленному дереву.

```

calculate () {
  function pushLineIds (line) {
    selected_peaks.add (line.ids.id_1);
    selected_peaks.add (line.ids.id_2);
    unselected_peaks.delete (line.ids.id_1);
    unselected_peaks.delete (line.ids.id_2);
  }

  let lines_act;
  let lines_result = [];
  let unselected_peaks = new Set ();
  let selected_peaks = new Set ();

  selected_peaks.add (this.points [0].id);
  unselected_peaks.delete (this.points [0].id);
  this.points.sort (() => Math.random () — 0.5);
  this.points.forEach ((res) => unselected_peaks.add (res.id));

  while (lines_act = this.getLinesIdWithIdSet (selected_peaks)) {
    let short_line = this.getMinimalLenLine (lines_act);
    lines_result.push (short_line);
    pushLineIds (short_line);
  }
  for (let line of lines_result) {
    let first_point_svg = document.querySelector (`.fieldPoint`);
    let line_body = document.getElementById (`line-${line.id}`);
    line_body.style.strokeWidth = '6';
    line_body.style.stroke = '#444';
    first_point_svg.insertAdjacentHTML ('beforebegin', line_body.outerHTML);
    line_body.remove ();
  }
  for (let point of document.querySelectorAll (`.fieldPoint`)) {
    point.classList.add ('calculate-mode-point');
  }
}

```

В первую очередь, подготавливаются переменные, для хранения результативных и буферных данных. В первую выбранную вершину добавляется случайная точка плоскости, т.е. точка с нулевым индексом, в невыбранные добавляются все оставшиеся вершины. Следом

массив точек случайно перемешивается. После чего, в ход вступает бесконечный цикл с перебором всех возможных линий, через функцию `getLinesIdWithIdSet`, для данной, конечной, комбинации вершин из переменной.

```

getLinesIdWithIdSet (point_set) {
  let arrayLines = [];
  for (let point of point_set) {
    for (let line of this.lines) {
      if (line.has (point) &&!line.inSet (point_set)) arrayLines.push (line);
    }
  }
  if (arrayLines.length) {
    return arrayLines;
  } else {
    return false;
  }
}

```

Создаётся пустой массив, для итогового хранения ссылок на объекты линий, которые включают в себя только одну из конечных точек. Если линия соответствует требованиям, то она добавляется в массив и результативный массив отправляется обратно в метод `calculate`. В случае, если массив окажется пустой, функция вернёт значение `false`, что приведёт к выходу из цикла в методе `calculate`.

После получения списка возможных линий, которые могут являться частью минимального пути, с помощью функции `getMinimalLenLine`, находится минимальная по длине линия.

```

getMinimalLenLine (array_lines) {
  array_lines.sort ((a, b) => a.len > b.len? 1: a.len < b.len? -1: 0);
  return array_lines [0];
}

```

После чего самая короткая линия добавляется в результирующий массив пути минимального остоного дерева, также в выбранные вершины добавляются точки этой линии и эти же точки удаляются из невыбранных вершин. Таким образом происходит вычисление минимального остоного пути. После чего, остаётся только отрисовать всю информацию из результирующего массива.

Заключение

В результате разработки данного веб приложения, мы имеем удобный инструмент для быстрого создания сетки дерева и просчёта минимального расстояния между точками с помощью выстраивания карты путей

и визуально удобного отображения результата пользователю. Использование алгоритма Прима позволяет создать красивый быстрый и безотказный алгоритм, который будет устойчив к ошибкам начальных данных.

Для удобной работы был разработан интерфейс, позволяющий манипулировать сеткой пространства,

на которой, в свою очередь, имеется возможность как размещения точек дерева, так и удаления. Так как порядок соединения рёбер между точками определяет алгоритм случайного соединения, то путём простого нажатия на кнопку расчёта, можно заново сгенерировать сетку уже с другими рёбрами, получив совсем другое, уникальное дерево.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработанный сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://loreqiq.github.io/MinimalSpanningTrees/>
2. Рабочий код [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://github.com/LorexIQ/MinimalSpanningTrees>
3. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. Спб.: БХВ-Петербург, 2003. 1104 с.
4. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М. ДМК Пресс, 2003. 356 с.
5. Современный учебник JavaScript [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://learn.javascript.ru/> (дата обращения: 20.11.2022)
6. O.V. Ohlupina, D.S. Murashko, Applying a probabilistic algorithm to spam filtering // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307–8162 vol. 10, no. 5, 2022. pp. 17–20.

© Охлупина Ольга Валентиновна (helga131081@yandex.ru), Мурашко Дмитрий Сергеевич (murashko100500@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Брянск

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ТЕСТОВОГО СТЕНДА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДЕДУПЛИКАЦИИ ПОТОКА ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ СОБЫТИЙ ОПЕРАТОРА СВЯЗИ

Потапов Илья Александрович

Магистрант, ФГАОУВО «Национальный
исследовательский университет ИТМО»
ilyaros@yandex.ru

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL TEST STAND AND RESEARCH OF DATA STREAM DEDUPLICATION METHODS USING THE EXAMPLE OF TELECOM OPERATOR EVENTS

I. Potapov

Summary. When designing and developing services, there are situations when the incoming data stream may contain duplicates. This may occur due to various reasons, which is the cause of errors in the interpretation of information. This paper discusses various methods for finding duplicate messages in a data stream, and the development of a virtual test stand to test these methods.

Keywords: deduplication, load, performance, kafka, cassandra, testing, development, cluster.

Аннотация. При проектировании и разработке сервисов часто возникает ситуация, когда входящий поток данных может содержать дубли. Это может происходить из-за различных причин, и приводит к неправильной интерпретации информации. Эта работа посвящена рассмотрению различных методов поиска и избавления потока данных от дублирующей информации, а также разработке виртуального тестового стенда для проверки рассматриваемых методов.

Ключевые слова: дедупликация, нагрузка, производительность, kafka, cassandra, тестирование, разработка, кластер.

Цель

Целью работы является разработка виртуального тестового стенда, на котором можно проводить нагрузочное тестирование различных методов дедупликации данных, а также исследование различных методов дедупликации данных на примере событий оператора связи

Методы

Для разработки тестового стенда использовались вычислительные мощности внешнего облака. Для тестирования использовались 3 независимые машины, на которых был развернут кластер kafka, кластер cassandra, а так же был создан сервис генерирующий сообщения с заданным профилем нагрузки.

Для всех рассматриваемых методов дедупликации проводилось тестирование на всех профилях нагруз-

ки. При этом проводились замеры скорости обработки данных и объема потребляемых ресурсов.

Результаты

Был разработан тестовый стенд для проверки работы рассматриваемых методов дедупликации данных, а также проверены и проанализированы результаты работы различных методов дедупликации данных.

Выводы

По итогам работы был разработан виртуальный тестовый стенд, который способен выдерживать нагрузку вплоть до 60 000 событий в секунду без работы с БД и до 25 000 событий в режиме работы с БД.

Рассматриваемые методы дедупликации данных были протестированы и по итогам тестов сделаны выводы о преимуществах и недостатках методов, а также

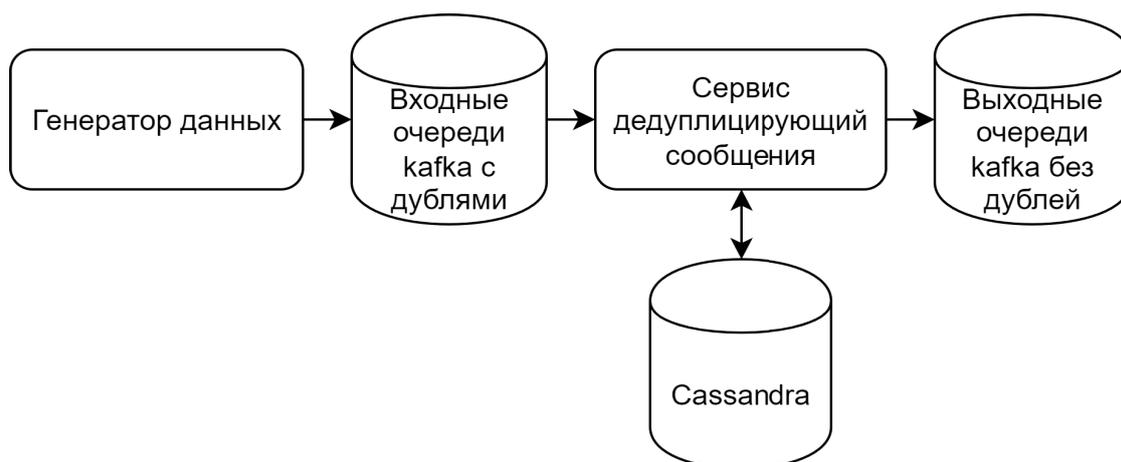


Рис 1. Принципиальная схема тестового стенда

была проанализирована применимость этих методов к различным областям использования.

Введение

При обработке потока данных достаточно часто возникает необходимость устранять дублирование данных, т.е. проводить дедупликацию.

Причины появления дублей данных могут быть разнообразны: переповторы на оборудовании, ошибки операторов, работающих с системой, рассинхронизация распределенных систем и т.д.

Проблема многократно усложняется если данных для дедупликации становится много, и поток данных не ограничен во времени.

В рамках данной работы рассматриваются различные методы дедупликации данных, а также создается виртуальный тестовый стенд, на котором возможно эти методы проверять под нагрузкой

Рассматриваемая проблема, с дублированием, часто возникает в системах где нужна “гарантированная доставка” данных. Одним из подходов гарантированной доставки с асинхронным обменом — является механизм переотправки сообщений до тех пор, пока сервис-получатель не уведомит отправителя о том, что сообщение получено.

В таком случае, при каких либо проблемах, переотправок может быть достаточно много. И задача сервиса-получателя усложняется тем, что он должен не только выполнить свою бизнес-логику, но еще и тем, что он должен выполнить ресурсоемкую операцию — дедупликации потоков [1]. Т.е. обеспечить “at-least-once delivery”.

В качестве сообщений, которые формируют нагрузку — будем рассматривать события следующего вида:

```

{
  «userId»: Integer,— Уникальный Id пользователя,
сформировавшего событие
  «eventId»: Integer,— Уникальный, монотонно
возрастающий, Id события в рамках одного пользователя
  «eventDate»: DateTime,— Дата и время формирования
события
  «otherData»: String — Строка, содержащая случайные
символы, эмулирующая другие, объемные поля
}
  
```

Сообщения такого вида используются в том числе и в системах операторов связи, для уведомлений сервисов о совершении пользователем какого-либо события.

Разработка тестового стенда

Для разрабатываемого тестового стенда, в качестве базы данных, была выбрана Apache Cassandra.

Apache Cassandra — распределённая система управления базами данных, относящаяся к классу NoSQL-систем и рассчитанная на создание высокомасштабируемых и надежных хранилищ огромных массивов данных, представленных в виде хэша. [2]

В качестве брокера сообщений был выбран Apache Kafka.

Kafka — это распределенная система, состоящая из серверов и клиентов, которые обмениваются данными по высокопроизводительному сетевому протоколу TCP. Его можно развернуть на «голом железе», вирту-

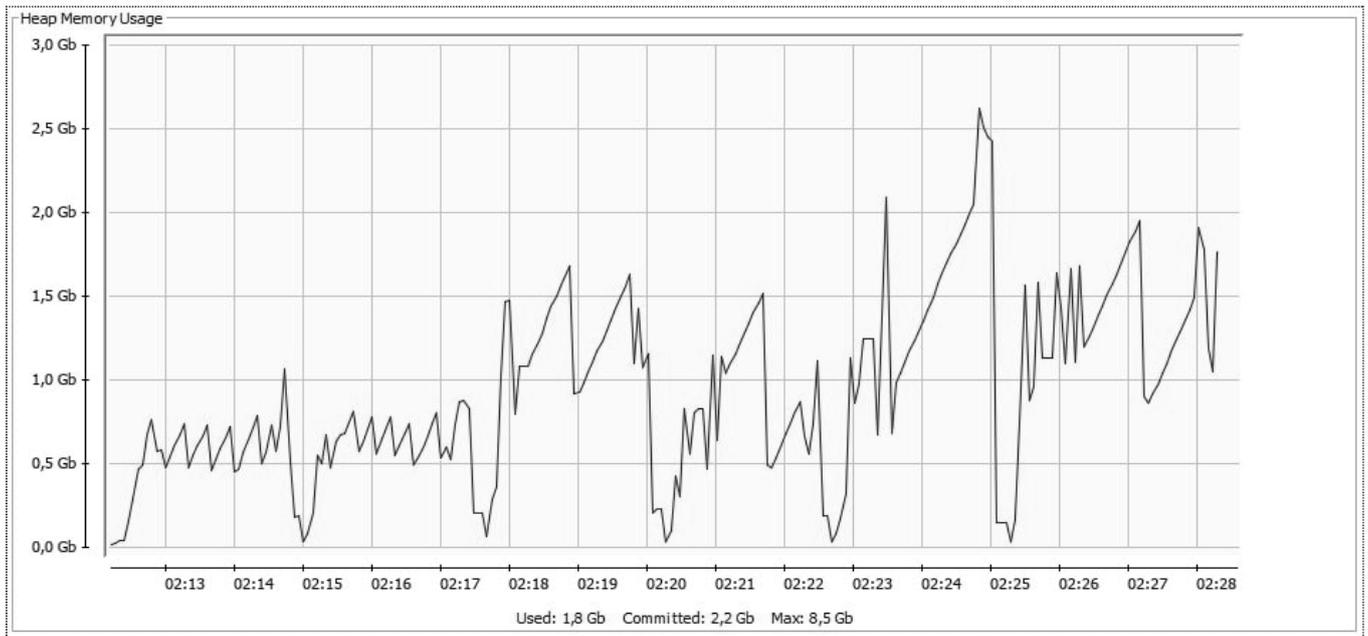


Рис 2. Пример метрики Heap Memory Usage

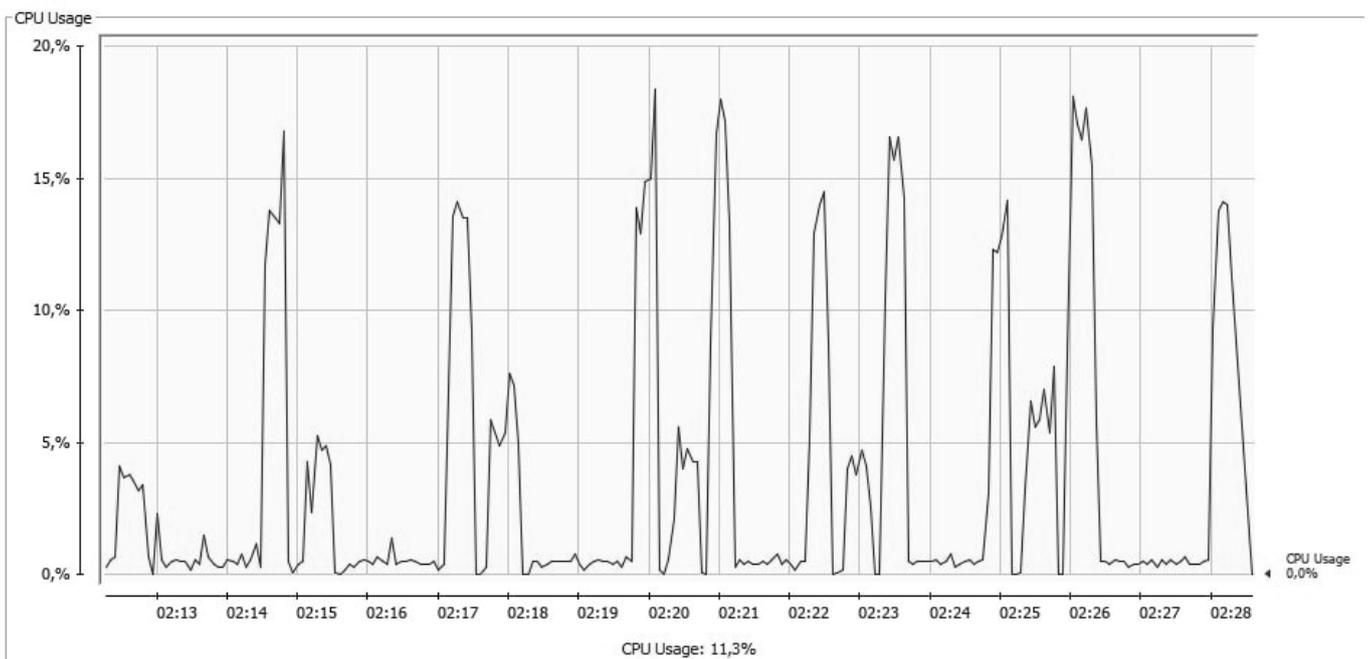


Рис 3. Пример метрики CPU Usage

альных машинах и контейнерах как в локальной, так и в облачной среде. [3]

Архитектура тестового стенда

Тестовый стенд состоит из следующих частей:

- ◆ Генератор данных — сервис, который до начала тестирования генерирует данные по заданным условиям
- ◆ Kafka — брокер сообщений, который хранит в очередях (топиках) сгенерированные, и обработанные сообщения.
- ◆ Cassandra — NoSql база данных, которая выступает в роли персистентного хранилища данных
- ◆ Сервис дедуплицирующий сообщения — сервис, в котором реализованы методы дедупликации, он же собирает метрики о скорости, утилизации сри и ram на своем хосте

Были реализованы следующие профили нагрузки для генерации:

1. События для каждого пользователя идут последовательно. Дубли отсутствуют. (коэффициент дублирования = 1,0)
2. События для каждого пользователя идут последовательно. Каждое 10е сообщение дублируется (коэффициент дублирования = 1,1)
3. События для каждого пользователя идут последовательно. Каждое сообщение дублируется (коэффициент дублирования = 2,0)
4. События для каждого пользователя идут в случайном порядке. Дубли отсутствуют. (коэффициент дублирования = 1,0)
5. События для каждого пользователя идут в случайном порядке. Каждое 10е сообщение дублируется (коэффициент дублирования = 1,1)
6. События для каждого пользователя идут в случайном порядке. Каждое сообщение дублируется (коэффициент дублирования = 2,0)

Данные об утилизации ресурсов собирались через утилиту Jconsole, поставляемую в дистрибутиве Java.

Для нужд тестового стенда использовалось 3 независимых машины.

Cassandra:

- ◆ CPU: 4x3.0 Гц
- ◆ RAM 3.2 Гц 16Гб (из которых под Cassandra выделено 8 Гб)
- ◆ SSD

kafka:

- ◆ CPU: 4x3.0 Гц
- ◆ RAM 3.2 Гц 16Гб (из которых под kafka выделено 8 Гб)
- ◆ SSD

Генератор сообщений + сервис для дедупликации:

- ◆ CPU: 4x3.2 Гц
- ◆ RAM 3.2 Гц 32Гб (из которых под каждый выделено 8 Гб)

Методы дедупликации данных

Все выводы, сделанные в главе основываются на экспериментальных данных, полученных с помощью разработанного тестового стенда и реализованных методов дедупликации.

Методы для определения характеристик системы

Для того чтобы исследовать полноценные методы дедупликации данных — для начала нужно понимать какие ограничения накладываются вне этих методов. Т.е. скорость сети, CPU, памяти и т.д.

Рассмотрим “технические” методы, это те методы, которые не производят самой дедупликации, но помогают понять какие ограничения накладывают технические характеристики системы.

Для этих нужд было реализовано 3 метода:

1. Только чтение данных из kafka
2. Чтение данных из kafka и запись данных в конечный топик kafka
3. Чтение данных из kafka, запись всего набора данных в cassandra через batch-вставку, запись в конечный топик kafka

Методы для дедупликации

Дедупликация через cassandra:

Суть метода проста: при обработке события — сохраняем связку userId и eventId в таблице в БД, и при каждом новом запросе — проверяем было такое событие уже, или нет.

Преимущества метода:

- ◆ Отказоустойчивость
- ◆ Всегда можно узнать что лежит в БД и поправить это при необходимости
- ◆ Персистентность
- ◆ Любой экземпляр приложения может обрабатывать любые события
- ◆ Глубина дедупликации, то за какой период будут находиться данные ограничено только размером БД

Недостатки:

- ◆ Низкая скорость работы

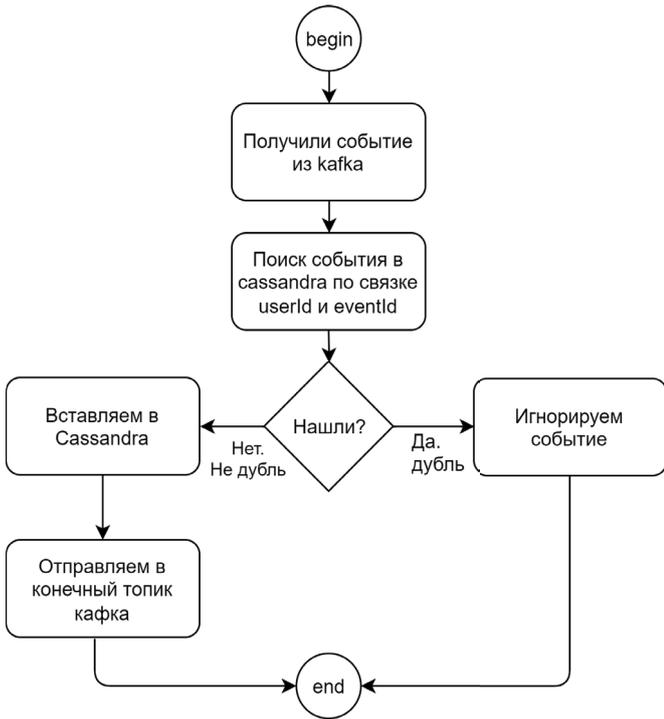


Рис 4. Алгоритм работы метода дедупликации через cassandra

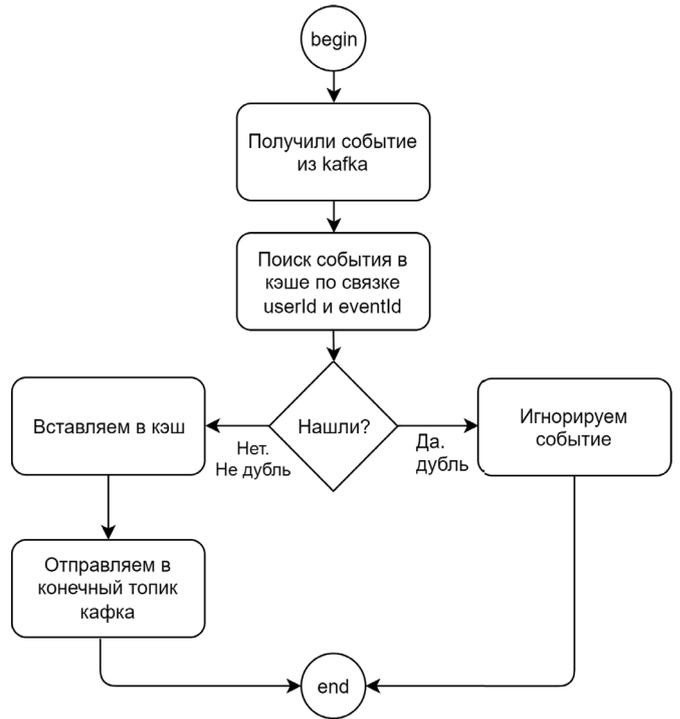


Рис 5. Алгоритм работы метода дедупликации через кэш

- ♦ Высокая нагрузка на БД (фактически на каждое событие нужно сделать один select и один insert)
- ♦ Из-за БД — сложно масштабировать горизонтально

Возможная область использования:

- ♦ Сервисы не требовательные к скорости работы
- ♦ Сервисы с необходимостью большой глубины дедупликации (когда дубль может прийти через неделю, месяц, год)
- ♦ Сервисы с частым перезапуском (например, работающие с kubernetes)

3.2.2 Дедупликация через кэш.

Суть метода: при обработке события — сохраняем связку userId и eventId во внутренний кэш, и при каждом новом запросе — проверяем было такое событие уже, или нет.

Преимущества метода:

- ♦ Скорость работы
- ♦ Безлимитное горизонтальное масштабирование

Недостатки:

- ♦ При перезапуске кэш обнуляется.
- ♦ Нужно организовывать архитектуру таким образом, чтобы один и те же события приходили на одни и те же экземпляры приложения

- ♦ Размер кэша ограничен размером оперативной памяти сервиса

Возможная область использования:

- ♦ Сервисы требовательные к скорости
- ♦ Сервисы с небольшой глубиной дедупликации (когда дубль может прийти через минуту, час, день)
- ♦ Сервисы без частых перезапусков (например, работающие с kubernetes)

3.2.3 Дедупликация методом максимального ID события

Наиболее интересным методом является метод дедупликации через максимальный ID события.

Этот метод призван объединить достоинства предыдущих методов, и скомпенсировать их недостатки.

Суть метода: так как eventId — монотонно возрастает в рамках одного пользователя, то для того чтобы однозначно выделить “не дубли” — нам достаточно знать максимальный eventId, который мы уже обрабатывали. Если пришедшее событие имеет eventId > max_eventId, то это однозначно не дубль.

Приведем пример:

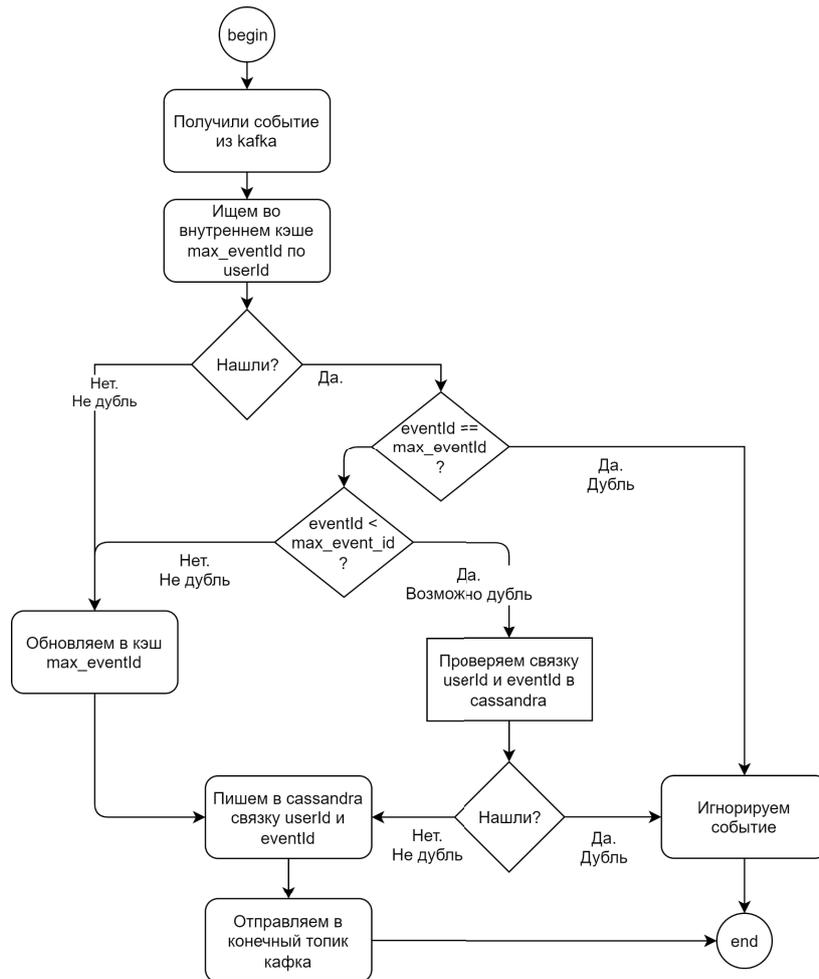


Рис. 6. Алгоритм дедупликации методом максимального eventId

В рамках одного пользователя — приходили события: с eventId =7, =10, =16

То max_eventId = 16

И если придет новое событие с eventId = 20, то мы определенно можем сказать, что это не дубль

К сожалению, в другую сторону это не работает, и мы не можем однозначно сказать что если eventId < max_eventId — дубль.

Приведу пример:

В рамках одного пользователя — приходили события: с eventId =7, =10, =16

То max_eventId = 16

И если придет новое событие с eventId = 13, то мы не можем сказать дубль это или нет, т.к. возможно что-

то произошло в предыдущих сервисах, и порядок сообщений просто поменялся.

В таком случае нужно валидировать другим методом, и этот способ — cassandra.

Каждое обработанное сообщение, как и в методе с дедупликацией через cassandra — нужно сохранять в БД, но в отличие от того метода — обращаться с select`ом в БД нужно только в случае если пришедший eventId < max_eventId

Преимущества метода:

- ◆ Скорость работы
- ◆ Безлимитное горизонтальное масштабирование
- ◆ Низкое потребление RAM для кэш. Хранится только два значения Integer для каждого пользователя.
- ◆ Нагрузка на БД преимущественно только на запись
- ◆ Глубина дедупликации, то за какой период будут находиться данные ограничено только размером БД

Таблица 1. Результаты проведенных исследований методов дедупликации данных на виртуальном тестовом стенде

| Метод | Профиль нагрузки, коэффициент дублирования | Событий в сек | CPU host, % | RAM host, Mb | Cassandra, cpu% | Cassandra Ram, Mb | Cassandra SSD, Mb |
|---|--|---------------|-------------|--------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Только чтение из kafka | сортированный, 1.0 | 48 488 | 4 | 630 | | | |
| | сортированный, 1.1 | 55 235 | 5 | 680 | | | |
| | сортированный, 2.0 | 85 332 | 6 | 1 100 | | | |
| | случайный порядок, 1.0 | 48 957 | 4 | 640 | | | |
| | случайный порядок, 1.1 | 54 150 | 5 | 830 | | | |
| | случайный порядок, 2.0 | 90 169 | 6 | 1 200 | | | |
| Чтение и запись в kafka | сортированный, 1.0 | 33 464 | 15 | 832 | | | |
| | сортированный, 1.1 | 36 586 | 13 | 1 634 | | | |
| | сортированный, 2.0 | 51 058 | 12 | 1 546 | | | |
| | случайный порядок, 1.0 | 33 332 | 16 | 1 246 | | | |
| | случайный порядок, 1.1 | 36 011 | 15 | 1 523 | | | |
| | случайный порядок, 2.0 | 50 186 | 13 | 1 513 | | | |
| Чтение из kafka, сохранение в cassandra, запись в kafka | сортированный, 1.0 | 20 931 | 15 | 953 | 25 | 1 236 | 9,79 |
| | сортированный, 1.1 | 21 831 | 14 | 1 626 | 27 | 1 257 | 9,79 |
| | сортированный, 2.0 | 26 726 | 12 | 1 598 | 31 | 1 273 | 9,79 |
| | случайный порядок, 1.0 | 20 581 | 15 | 1 347 | 26 | 1 241 | 9,79 |
| | случайный порядок, 1.1 | 21 297 | 15 | 1 615 | 29 | 1 254 | 9,79 |
| | случайный порядок, 2.0 | 25 592 | 13 | 1 702 | 32 | 1 275 | 9,79 |
| Дедупликация через cassandra | сортированный, 1.0 | 5 238 | 26 | 6 482 | 35 | 1 928 | 9,79 |
| | сортированный, 1.1 | 5 625 | 32 | 7 284 | 33 | 1 885 | 9,79 |
| | сортированный, 2.0 | 5 945 | 74 | 8 496 | 37 | 1 960 | 9,79 |
| | случайный порядок, 1.0 | 5 228 | 27 | 6 523 | 33 | 1 902 | 9,79 |
| | случайный порядок, 1.1 | 5 615 | 32 | 7 354 | 34 | 1 945 | 9,79 |
| | случайный порядок, 2.0 | 5 926 | 73 | 8 983 | 36 | 1 963 | 9,79 |
| Дедупликация через кэш | сортированный, 1.0 | 33 381 | 16 | 1 815 | | | |
| | сортированный, 1.1 | 35 362 | 20 | 1 850 | | | |
| | сортированный, 2.0 | 56 915 | 16 | 1 794 | | | |
| | случайный порядок, 1.0 | 32 805 | 14 | 1 950 | | | |
| | случайный порядок, 1.1 | 34 824 | 15 | 2 053 | | | |
| | случайный порядок, 2.0 | 55 015 | 18 | 2 463 | | | |
| Дедупликация методом максимального ID события | сортированный, 1.0 | 18 782 | 16 | 1 024 | 26 | 1 245 | 9,79 |
| | сортированный, 1.1 | 19 019 | 14 | 858 | 29 | 1 263 | 9,79 |
| | сортированный, 2.0 | 24 909 | 18 | 1 613 | 32 | 1 286 | 9,79 |
| | случайный порядок, 1.0 | 18 251 | 18 | 1 466 | 28 | 1 246 | 9,79 |
| | случайный порядок, 1.1 | 18 539 | 16 | 2 509 | 30 | 1 265 | 9,79 |
| | случайный порядок, 2.0 | 23 505 | 18 | 1 851 | 33 | 1 281 | 9,79 |

- ◆ Отказоустойчивость
- ◆ Персистентность

Недостатки:

- ◆ Нужно организовывать архитектуру таким образом, чтобы один и те же события приходили на одни и те же экземпляры приложения
- ◆ Требователен к качеству данных, нужно чтобы события, в большинстве своем приходили в правильном порядке

Возможная область использования:

- ◆ Сервисы требовательные к скорости
- ◆ Сервисы с любой глубиной дедупликации
- ◆ Сервисы с любым периодом перезапусков, но нужно быть готовым к тому что на этапе прогрева кэша — будет большая нагрузка на БД

Результаты

Как говорилось ранее — в рамках работы проводились измерения каждого метода дедупликации на каждом профиле нагрузки. С результатами можно ознакомиться в следующей таблице:

С учетом приведенных результатов — наиболее быстрым методом является “Дедупликация через

кэш”, но этот метод имеет серьезный недостаток — отсутствие персистентного хранилища, и высокая вероятность отказа. Метод дедупликации через максимальный ID — медленнее дедупликации через кэш, но при этом значительно быстрее метода дедупликации через cassandra. При этом он не имеет серьезных ограничений по применимости, и выглядит как наиболее сбалансированный из рассмотренных методов.

Заключение

В рамках данной работы был разработан виртуальный тестовый стенд, на котором проверялись различные методы дедупликации большого потока данных.

На языке java был разработан генератор тестовых данных и сервис для дедупликации данных.

Были реализованы различные методы дедупликации данных.

Созданные методы были протестированы, и по итогам тестов сделаны выводы о преимуществах и недостатках рассмотренных методов, а также была проанализирована применимость этих методов к различным областям использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Ю. Ефимов Проблемы обработки статистики сетевого трафика для обнаружения вторжений в существующих информационных системах // Программные продукты и системы. 2016. № 1 (113). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-obrabotki-statistiki-setevogo-trafika-dlya-obnaruzheniya-vtorzheniy-v-suschestvuyuschih-informatsionnyh-sistemah> (дата обращения: 26.01.2023).
2. Apache Cassandra // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Apache_Cassandra (дата обращения: 26.01.2023).
3. Kafka documentation // kafka.apache.org URL: <https://kafka.apache.org/documentation/#introduction> (дата обращения: 26.01.2023).

© Потапов Илья Александрович (ilyaros@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОД ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СМК

QMS PERFORMANCE ASSESSMENT METHOD

N. Rodionov

Summary. The scientific article is devoted to the search for a universal and simple way to evaluate the effectiveness of a quality management system. The article outlines the essence of the concept of effectiveness, discusses publicly available data on the basis of which calculations are made. A method of evaluating performance in several stages is proposed. The concept of “lost effectiveness” and “efficiency coefficient” is introduced. Performance criteria are proposed.

Clearly identified stages of evaluating the effectiveness of the processes of the quality management system, and subsequently, the effectiveness of the entire quality management system of the enterprise are an alternative to existing methods and at each stage filter out information that could prevent the finding of inconsistencies. The method is also designed for the analysis of emergencies related to the processes of enterprises, and the maximum leveling of their negative effects.

Keywords: Quality management system, quality management, effectiveness.

Родионов Никита Сергеевич

Аспирант, Иркутский национальный
исследовательский технический университет,
г. Иркутск
nikrodionov411@gmail.com

Аннотация. Научная статья посвящена поиску универсального и простого способа оценки результативности системы менеджмента качества. В статье излагается суть понятия результативность, рассматриваются общедоступные данные, на основе которых производятся расчеты. Предлагается метод оценки результативности в несколько этапов. Вводится понятие «потерянная результативность» и «коэффициент результативности». Предлагаются критерии результативности.

Четко выделенные этапы оценки результативности процессов системы менеджмента качества, а в последствии, и результативности всей системы менеджмента качества предприятия являются альтернативой уже существующим методам и на каждом этапе отсеивают информацию, которая могла бы помешать нахождению несоответствий. Также метод создан для аналитики чрезвычайных ситуаций, связанных с процессами предприятий, и максимальному нивелированию их негативных эффектов.

Ключевые слова: Система менеджмента качества, управление качеством, результативность.

В стандарте ISO 9001:2000 термин «результативность» определяется как степень достижения запланированных результатов. Она относится к достижению целей организации и отражает степень реализации стратегии организации. [3]

В настоящее время невозможно выделить один общий нормативный документ или группу нормативных документов, определяющих числовые показатели результативности для всех предприятий. Методы и инструменты оценки результативности СМК актуальны в настоящее время, но имеют существенные недостатки, о которых мы упоминаем ниже.

Нами предлагается метод оценки результативности СМК. Он призван выделить конкретные критерии качества процессов и на основе соответствия или не соответствия этим критериям после необходимых расчетов можно будет сделать вывод о состоянии системы менеджмента качества предприятия.

Метод оценки результативности СМК должен включать в себя в 100% случаев сбор и анализ данных. Подобный первый этап обеспечивает материал, с которым в дальнейшем работает менеджер по качеству.

Далее, на втором этапе, необходимо разработать критерии оценки результативности СМК по нашему методу, такие как допустимые и недопустимые показатели результативности процессов, группы показателей, которые необходимы для оценки результативности, критерии потерянной результативности одного процесса и критерии коэффициента результативности СМК.

Допустимые и недопустимые показатели результативности процессов:

- ◆ Больше или равно 100% — результативен
- ◆ Больше или равно 80% — результативен с незначительными недочётами
- ◆ Больше или равно 70% — результативен, с значительными недочётами

Таблица 1. Результативность показателей процесса «безопасность труда и охраны здоровья»

| Наименование показателя | Результативность 2018 | Результативность 2019 | Результативность 2020 |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| LTIR | 95% | 99% | 87% |
| FAR | 300% | - | - |
| TRIR | 34% | 88% | 65% |
| MVCR | 77% | 85% | 72% |

Показатели в области безопасности труда и охраны здоровья за последние три года

| | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|-------------------|--------|------|----------------------------------|------|---|------|
| | цель | факт | цель | факт | цель | факт |
| LTIR ¹ | 1,53 | 1,46 | 1,48 | 1,47 | 1,45 | 1,26 |
| FAR ² | Цель 0 | 3 | Снижение FAR от уровня 2018 года | 4 | Снижение FAR от уровня 2019 года на 50% | 1 |
| TRIR ³ | 8,8 | 3 | 3,5 | 3,07 | 3,02 | 1,96 |
| MVCR ⁴ | 1,89 | 1,46 | 1,68 | 1,43 | 1,41 | 1,01 |

Согласно статистике, в 2020 году на объектах Группы не произошло ни одного ДТП со смертельным исходом (в предыдущем году – 3 случая), а частотность ДТП (MVCR) снижена на 29,4% по сравнению с 2019 годом.

Рис. 1. Данные процесса «безопасность труда и охраны здоровья»

- ◆ Менее или равно 60% — не результативен.

Показатели, которые необходимы для оценки результативности:

- ◆ достигнутые/недостигнутые — это основные показатели для сравнения,
- ◆ присутствующие/отсутствующие — присутствие данных показателей является критическим
- ◆ потерянные — форс-мажорные факторы, создающие потерянную результативность.

Критерии потерянной результативности одного процесса, определяющиеся самой организацией в соответствии со спецификой ее деятельности:

- ◆ Больше или равно 100% — критическая потерянная результативность
- ◆ Больше или равно 50% — средняя ПР
- ◆ Больше или равно 10% — незначительная ПР

Если хотя бы один процесс имеет больше 50% ПР, СМК нельзя считать результативной до устранения последствий чрезвычайного происшествия. [2,4]

Третий этап — определение процессов для анализа и начало расчета. Это могут быть как все процессы предприятия, так и его основные процессы. За пример берется открытая информация из годового отчета предприятия ООО Иркутская Нефтяная Компания. [1,5]

Например, процесс безопасность труда и охраны здоровья (рисунок 1):

Располагая данными процесса, мы, используя формулу (1), находим результативность каждого показателя (таблица 1):

$$\text{Факт/План} * 100\% = \text{результативность показателя (1)}$$

Общая результативность процесса рассчитывается по формуле (2):

$$P1+P2+P3+P4/\text{количество показателей} = \text{общая результативность процесса (2)}$$

Определили, что общая результативность за 2018 год процесса «безопасность труда и охраны здоровья» составила 126,5%, за 2019 год — 90% (без учета показателя FAR), за 2020 год — 75% (без учета показателя FAR). Можно сделать вывод, что данный процесс был результативен в 2018 году, в 2019 году его результативность снизилась незначительно, а в 2020 году оказалась на уровне «результативен, с незначительными недочетами» в соответствии с вышеописанным нами критерием «допустимые и недопустимые показатели результативности процессов». Это означает, что несмотря на возможное объяснение — COVID-19, недочеты все равно необходимо находить и исправлять, снижая

Таблица 2. Процесс 1 «Покупка оборудования»

| № | Наименование показателя | Планируется | По факту | Результативность |
|----|-----------------------------|-------------|----------|------------------|
| П1 | Покупка нового оборудования | 10 ед | 12 ед | 120% |
| П2 | Другое оборудование | 2 ед | 2 ед | 100% |

Таблица 3. Процесс 2 «Покупка оборудования в связи с ЧП»

| № | Наименование показателя | Планируется | По факту | Результативность |
|----|-----------------------------|-------------|----------|------------------|
| П1 | Покупка нового оборудования | 10 ед | 15 ед | 150% |
| П2 | Другое оборудование | 2 ед | 5 ед | 250% |

влияние фактора пандемии и исправляя независимые от пандемии недочеты.

Стоит рассматривать также модернизацию отдельно взятых частей СМК с помощью информационных технологий в качестве доказательства простоты и эффективности их внедрения в СМК, например, автоматический расчет вышеприведённых показателей. Внедрение подобного расчета результативности сможет повысить уровень и скорость анализа СМК. [6]

На четвертом этапе мы вводим понятие «потерянная результативность» и рассчитываем ее уровень на примере чрезвычайного происшествия, которое возможно на любом предприятии.

Рассмотрим чрезвычайную ситуацию, при которой утеряно буровое оборудование на сумму 10 миллионов рублей. Данную статью расходов необходимо не только включить в финансовый отчет, но и в расчет результативности процесса, в котором это оборудование участвует. Можно докупить оборудование, но уже утрачен другой значимый ресурс — время. Потерянная результативность направлена на то, чтобы учесть все негативные последствия чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, запланированная покупка оборудования описана в таблице 2, а фактическая в связи с ЧП в таблице 3:

Далее мы вычисляем результативность процессов «покупка оборудования» и «покупка оборудования в связи с ЧП» и вычитаем результативность процесса 2 «покупка оборудования в связи с ЧП» из результативности процесса 1 «покупка оборудования».

Результативность процессов ЧП будет больше, так как при подобных происшествиях издержки повышаются, а, следовательно, возникает избыточная результативность.

Получаем показатель 220% результативности у процесса 2 и 110% результативности у процесса 1. Вычитаем результативность спланированной закупки из результативности ЧП — 110% — потерянная результативность покупки оборудования в связи с ЧП. В соответствии с разработанными нами критериями у процесса критическая потерянная результативность.

Далее, общую результативность каждого выбранного процесса (без учета процессов ЧП) складываем и делим на их количество, например если 5 процессов составили 480% результативности, таким образом, разделив на их количество, получим 96% общей результативности уже системы менеджмента качества.

Затем мы складываем потерянную результативность каждого процесса с ЧП и делим на их количество. Предположим, потерянная результативность в таком случае составит 140%. Этот показатель мы делим на количество всех процессов, получаем ~46% — общая потерянная результативность. Далее нами вводится понятие коэффициента результативности СМК, который имеет целью уточнить уже полученные данные о результативности. Находим коэффициент результативности СМК по формуле (3):

Общая Результативность СМК/Потерянная результативность = коэффициент результативности СМК (3)

Получаем коэффициент равный 3 и сравниваем с ранее разработанными критериями.

Таким образом, коэффициент результативности СМК на выбранных для примера данных имеет средние значения. Это означает, что требуются корректировки в первую очередь в наиболее уязвимых процессах. Однако непредвиденные ситуации могут указывать и на проблемы в других процессах.

Данный метод позволяет мотивировать руководство компании предотвращать чрезвычайные ситу-

ации, в случае, когда это возможно, и четко видеть в числовом эквиваленте результативность, которую они теряют из-за ошибок, которые далее будут влиять на предприятие неочевидно. Чрезвычайных ситуациях руководство компаний может пытаться найти самую очевидную причину происшествия, тогда как системные ошибки продолжают повторяться, а найти их причину удастся не сразу. Метод обозначает теоретические

направления, которые необходимо изучать для полноценного функционирования СМК. Также метод позволяет учесть все негативные последствия чрезвычайных происшествий в расчетах и составить наиболее точный план корректирующих действий. Вычисляя коэффициент результативности СМК мы приходим к наиболее точному определению уровня скрытых проблем, беря во внимание каждую «незначительную» деталь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Годовой отчет за 2020 год АО ИНК-КАПИТАЛ — [сайт] — URL: <https://irkutskoil.ru/upload/iblock/a4f/ei16cckmn02rxjyuzru907ide3junmqq.pdf> (дата обращения: 1.04.2022)
2. KPI Ключевые показатели эффективности — [Сайт] — URL: <https://exceltable.com/otchety/raschet-kpi-v-excel> (дата обращения: 1.04.2022)
3. Стандарт 9001:2015. Системы менеджмента качества — [Сайт] — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (дата обращения: 2.04.2022)
4. Русинова Д.Ю., Воронова М.С., Воронов М.П. Ориентация на потребителя — Принцип всеобщего управления качеством // Научное обозрение. Экономические науки. — 2018. — № 2. — С. 11–17; URL: <https://science-economy.ru/ru/article/view?id=974> (дата обращения: 4.04.2022).
5. Возчикова К.О., Спиридонов Д.М., Евсеева Д.М. Расчет результативности системы менеджмента качества атомной станции — [Сайт] — URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/78834/1/fti_2019_038.pdf (дата обращения: 4.04.2022)
6. 50 новых инструментов для анализа и визуализации данных — [сайт] — URL: <https://fdfgroup.ru/poleznaya-informatsiya/stati/50-novykh-instrumentov-dlya-analiza-i-vizualizatsii-dannykh/> (дата обращения: 4.04.2022)

© Родионов Никита Сергеевич (nikrodionov411@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Иркутск

ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СТРУКТУРИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

PRACTICAL METHODS OF STRUCTURING AND VISUALIZING DATA USING AUTOMATED INFORMATION SOLUTIONS

*E. Salnikov
L. Demidov*

Summary. This article discusses the promising application of information systems for structuring and visualizing data. The existing methods and technologies underlying such systems are analyzed, as well as the possibilities, problems and prospects of their application are considered.

Keywords: information systems, structured data, data visualization tools and methods.

Сальников Евгений Анатольевич

Доцент-практик, Финансовый университет при
правительстве РФ
EASalnikov@fa.ru

Демидов Лев Николаевич

Канд. техн. наук, доцент, Финансовый университет
при правительстве РФ
LDemidov@fa.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается перспективное применение информационных систем для структурирования и визуализации данных. Анализируются существующие методы и технологии, находящиеся в основе таких систем, а также рассматриваются возможности, проблемы и перспективы их применения.

Ключевые слова: информационные системы, структурированные данные, средства и методы визуализации данных.

Введение

В последние десятилетия информационные системы стали неотъемлемой частью повседневной жизни человека, их применение распространилось на многие отрасли, включая экономику, науку, образование и здравоохранение. Одной из ключевых областей применения информационных систем является структурирование и визуализация данных. Использование таких систем позволяет эффективно организовать большие объемы данных, а также визуально представить информацию, что облегчает ее понимание и анализ.

В условиях развития цифровых технологий и современной промышленности объемы информации, которые генерируются производственными процессами, становятся колоссальными. Для того, чтобы эффективно управлять производством и оптимизировать его, необходимо иметь возможность собирать, обрабатывать и структурировать эти данные. Существует множество различных методов и инструментов, позволяющих работать с данными и получать при этом ценную информацию.

В данной статье рассмотрим некоторые из методы структурирования и обработки данных, которые ис-

пользуются в промышленных информационных решениях.

Основная часть

Структурирование и визуализация данных являются ключевыми методами, которые позволяют упорядочить данные и предоставить их удобно для анализа. В этой статье мы рассмотрим различные методы структурирования и обработки данных и их применение в научных исследованиях.

Структурирование данных — это процесс преобразования информации в такой формат, в котором данные легко вычисляются и анализируются. Необходимость в этом возникает, когда, например, данные поступают в неструктурированном виде, например, в текстовом формате или изображении.

Одним из методов структурирования данных является использование базы данных.

Базы данных позволяют хранить и регулировать большие объемы информации, обеспечивать быстрый доступ к ним и возможность их анализа. Базы данных представляют собой собрание связанных между собой данных, которые хранятся в организованном виде.

Базы данных могут быть реляционными и нереляционными. Реляционные базы данных организованы в виде таблиц, где каждая строка представляет отдельную запись, а каждый столбец — отдельное свойство этой записи. Нереляционные базы данных представлены, например, в виде документов или графов. Существует множество систем управления базами данных, таких как MySQL, PostgreSQL и Oracle.

Еще одним методом структурирования является использование средств языков программирования, таких как Python или R. Например, библиотека pandas на языке Python позволяет работать с данными в формате таблиц, удобных для анализа и визуализации.

Информационные системы предоставляют множество инструментов для обработки данных. Один из основных инструментов — это анализ данных, позволяющий извлекать ценную информацию из больших объемов информации и использовать ее для принятия решений. Одним из методов обработки данных является машинное обучение.

Машинное обучение — это метод, который позволяет компьютерной программе изучать данные и делать прогнозы на их основе. Машинное обучение используется для решения задач классификации, регрессии, кластеризации, обработки изображений и текстов и т.д. В промышленности машинное обучение может использоваться для оптимизации производственных процессов, определения неисправностей и т.д. Одним из примеров использования машинного обучения в промышленных информационных решениях является прогнозирование отказов оборудования. Для этого используется модель машинного обучения, которая основывается на исторических данных об отказах оборудования и предсказывает вероятность отказа в будущем. Таким образом, можно предпринять меры по предотвращению отказов остановок оборудования и снижению рисков.

Другим методом обработки данных является обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP), которая позволяет компьютеру анализировать тексты на естественном языке и извлекать из них информацию. В промышленности NLP может использоваться для анализа отзывов пользователей о продукции, мониторинга социальных сетей на предмет упоминаний о бренде и т.д.

Визуализация данных — это процесс представления данных в графическом виде для более наглядного и понятного анализа. Визуализация данных позволяет проводить наблюдения, выявлять тенденции и аномалии в данных, что делает ее незаменимым инструментом для научных исследований.

Существует множество методов визуализации с целью дальнейшего анализа данных. Гистограммы, диаграммы рассеяния, круговые диаграммы и линейные графики — это только некоторые из наиболее часто встречающихся результатов визуализации данных. Каждый из них имеет свои преимущества и может быть использован в зависимости от типа данных и целей исследования. Например, гистограммы — это графическое представление данных по универсальному признаку. Они часто используются для анализа частоты и дисперсии данных. Диаграммы рассеяния, в свою очередь, используются для отображения своей взаимосвязи между двумя переменными и позволяют выявлять корреляцию между ними.

Для визуализации данных существует множество инструментов, которые позволяют создавать интерактивные дашборды и отчеты, позволяющие быстро и удобно анализировать данные.

Новые методы исследования данных, такие как виртуальная и дополненная реальность, также получают все большее распространение в науке. Они позволяют создавать интерактивные данные, которые требуют более глубокого восприятия и взаимосвязи между данными.

Структурирование и визуализация данных являются частью современной науки и бизнеса. Они позволяют упорядочить, отрегулировать и проанализировать огромные объемы данных, что делает их более доступными и регламентированными для принятия решений. Развитие искусственного интеллекта и машинного обучения при постоянном увеличении объемов информации требует новых инструментов и методов для анализа и выявления данных.

В настоящее время существует множество информационных систем, которые используются для структурирования и визуализации данных. Одним из примеров таких систем является Microsoft Excel. Эта система используется для организации и обработки данных, а также для создания графиков и диаграмм. Однако, Excel не всегда является эффективным инструментом для работы с данными, особенно если речь идет о больших объемах информации.

Для работы с большими объемами данных больше подходят специализированные информационные системы, например, Tableau или QlikView. Эти системы позволяют быстро и удобно организовать данные и создать интерактивные диаграммы и визуализации, облегчающие анализ и понимание информации. Они также позволяют проводить анализ данных в режиме реального времени и получать быстрые результаты.

Кроме того, существуют системы, специализирующиеся на конкретных типах данных. Например, система GenBank используется для хранения генетических данных, а система PubMed — для организации медицинских публикаций. Эти системы предоставляют удобный интерфейс для работы с соответствующими типами данных и облегчают их организацию и практическое использование.

В последние годы стали популярными системы машинного обучения, о которых упоминалось выше. Эти системы позволяют автоматически обрабатывать большие объемы информации и выявлять скрытые закономерности в данных. Примерами таких систем являются TensorFlow и Apache Spark. TensorFlow — это открытая программная библиотека для глубокого машинного обучения. Она разработана компанией Google Brain и предоставляет инструменты для создания и обучения нейронных сетей. TensorFlow может применяться для решения различных задач, таких как классификация, кластеризация и регрессия. Одним из преимуществ использования TensorFlow является его гибкость и масштабируемость. TensorFlow может работать на различных платформах, включая процессоры и графические процессоры (GPU). TensorFlow может быть также использован для создания различных моделей нейронных сетей, включая сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети и раскрытие нейронных сетей.

Apache Spark — это высокопроизводительная система обработки данных с получением исходного кода. API-интерфейс Spark работает с большими объемами данных, которые распределены по нескольким узлам кластера. Spark поддерживает различные языки программирования, такие как Java, Scala, Python и R. Одно из преимуществ использования Apache Spark — его высокая вероятность увеличения объема данных на кластерах из локальных узлов. Spark может использоваться для решения различных задач обработки данных, таких как сортировка, объединение и агрегация. Spark также поддерживает множество структур данных, таких как RDD (Resilient Distributed Datasets), DataFrame и DataSet.

Одним из примеров применения информационных систем для структурирования и визуализации данных является использование системы Google Analytics для анализа веб-трафика и поведения пользователей на сайте. Эта система позволяет визуально представлять данные о количестве и социальном статусе посетителей, времени пребывания на сайте, их поведении и многом другом. Таким образом, система помогает оптимизировать веб-сайт и улучшить пользовательский опыт.

Еще один пример — система SAP Business Objects, которая предназначена для создания отчетов и аналитических приложений для бизнес-анализа. Эта система позволяет управлять данными из различных источников, объединять их и создавать отчеты и диаграммы, которые помогают принимать бизнес-решения на основе данных.

Использование информационных систем для структурирования и визуализации данных имеет несколько преимуществ. Прежде всего, это позволяет облегчить работу с большими объемами данных, которые необходимо организовать и проанализировать. Во-вторых, это позволяет представлять данные в удобной и понятной форме, что облегчает их понимание и анализ. В-третьих, это позволяет автоматизировать процессы обработки данных и ускорить получение результатов анализа.

Однако, использование информационных систем для структурирования и визуализации данных не лишено ограничений.

Одним из основных ограничений является необходимость определения структуры данных заранее. Когда структура данных известна, то трудностей с настройкой информационной системы для структурирования и визуализации данных нет. Однако, если структура данных неизвестна или изменяется со временем, то это может создать проблемы в обработке и визуализации данных.

Еще одним ограничением визуализации могут быть слишком большие объемы данных для обработки в режиме online.

Многие пользователи не имеют знаний и опыта работы с БД, SQL запросами и другими технологиями, необходимыми для работы с информационными системами. Необходимость в специальной подготовке персонала также является одним из основных ограничений для использования, описанных выше систем и методов для структурирования и визуализации данных.

Кроме того, для создания эффективной информационной системы требуется значительное количество времени и ресурсов. Настройка системы может занять несколько месяцев, что является существенным ограничением для организаций, нуждающихся в быстром доступе к своим данным.

Еще одним ограничением в использовании информационных систем является необходимость действовать в соответствии с законодательными и регуляторными требованиями. Некоторые организации имеют

специфические требования к хранению и обработке данных, такие как HIPAA, PCI DSS, и другие. Применение информационных систем в соответствии этим требованиям может привести к дополнительным расходам.

Несмотря на эти ограничения, информационные системы могут быть очень полезными для организаций, нуждающихся в структурировании и визуализации данных, и широко применяются на практике.

Решения и примеры

В современном мире, где объемы данных растут с каждым днем, структурирование и визуализация данных являются важными аспектами для обеспечения эффективного управления информацией и, как следствие, всеми процессами, в которых эта информация используется. Существует множество инструментов и технологий для структурирования и визуализации данных, таких как базы данных, графические инструменты, BI-системы, визуализаторы данных и многое другое.

Кроме рассмотренных выше примеров с базами данных, широко применяемыми являются графические инструменты, такие как Microsoft Visio, которые позволяют создавать диаграммы и схемы для визуализации данных. Они часто используются для создания планов зданий, схем производственных процессов и т.д.

BI-системы (бизнес-интеллект) также широко используются для структурирования и визуализации данных. Они позволяют компаниям и организациям анализировать свои данные и принимать более эффективные решения на их основе. Примерами BI-систем являются Tableau, Power BI и Qlik.

Наконец, визуализаторы данных, такие как D3.js и Plotly, дают возможность создавать интерактивные графики и визуализации больших объемов данных и использовать их для анализа.

Для упрощения процесса структурирования и обработки данных могут применяться промышленные информационные решения.

Промышленные информационные решения — это программное обеспечение, которое предназначено для управления, мониторинга и анализа данных в промышленных средах. Это программное обеспечение может выполнять такие функции, как управление производственными процессами, мониторинг энергопотребления и управление качеством продукции.

Одним из наиболее распространенных промышленных информационных решений является система

управления производственными процессами (SCADA). Это программное обеспечение позволяет операторам контролировать производственные процессы, мониторить параметры производства и получать данные о состоянии оборудования.

Другим примером промышленного информационного решения является система управления энергопотреблением (EMS). EMS используется в промышленных средах. Это программное обеспечение позволяет контролировать и оптимизировать потребление энергии, управлять нагрузками и мониторить потребление энергии в реальном времени.

Еще одним примером промышленного информационного решения является система управления качеством продукции (QMS). Это программное обеспечение позволяет контролировать процессы производства, мониторить параметры качества продукции и управлять процессами исправления и предупреждения дефектов.

Промышленные информационные решения могут использоваться для упрощения процесса структурирования и обработки данных в промышленных средах и предоставляют операторам и менеджерам инструменты для контроля и управления всеми производственными процессами, мониторинга энергопотребления и управления качеством продукции.

Примером использования информационных систем для структурирования и визуализации данных является Google Analytics. Этот инструмент позволяет отслеживать посещаемость сайта, поведение пользователей и другие параметры, используя различные типы данных, такие как текстовые, графические и числовые. Google Analytics также предоставляет возможность анализировать данные и строить графики и диаграммы, что упрощает процесс принятия решений.

Для примера рассмотрим применение BI-системы Tableau для структурирования и визуализации данных. Tableau позволяет быстро создавать интерактивные дашборды, графики и отчеты на основе данных из различных источников, таких как базы данных, Excel-файлы, файлы CSV и многое другое. Подобные системы используются для представления данных в виде графиков, диаграмм и других форм, которые позволяют проще понимать и анализировать информацию. Также с помощью Tableau пользователи могут строить графики, диаграммы и другие визуальные представления данных, а также создавать интерактивные дашборды, которые обеспечивают являются более удобным и понятным способом анализа данных.

Информационные системы для структурирования и визуализации данных широко применяются также в области социальных наук. В данном случае, с помощью информационных систем исследователи могут анализировать такие большие объемы данных как опросы и социологические исследования, и создавать их визуализации, чтобы лучше понимать результаты исследований.

Например, для этого можно использовать инструмент Power BI. Визуализация данных на его основе поможет выявлению связей между различными факторами исследования.

Одним из наиболее интересных примеров использования информационных систем для структурирования и визуализации данных является исследование геномов различных видов. Например, база данных NCBI GenBank содержит миллионы последовательностей геномов, доступных для общественного использования. С помощью специализированных информационных систем и инструментов, таких как BLAST и CLC Genomics Workbench, исследователи могут быстро и эффективно проводить анализ геномных данных и создавать их визуализации. Также существует возможность анализировать мутации генома и изучать их взаимодействие с окружающей средой, например, с помощью программного обеспечения R.

В настоящее время информационные системы для структурирования и визуализации данных широко используются в научных исследованиях, финансовых анализах, маркетинге, медицине и многих других областях деятельности. Они могут быть полезными в различных областях, включая науку и образование, например, для анализа результатов научных исследований, визуализации данных в преподавании различных предметов и для обеспечения доступа к большим объемам знаний для студентов и ученых.

Однако, применение информационных систем в науке и образовании также связано с рядом проблем. Одной из основных проблем является отсутствие стандартизации данных. Различные научные и образовательные учреждения часто используют различные форматы данных, что затрудняет их совместное использование и обработку.

Кроме того, многие информационные системы для структурирования и визуализации данных требуют больших современных вычислительных ресурсов и специальных знаний для их разработки и использования. На данный момент это является препятствием для их широкого распространения и использования в науке и образовании.

Перспективы развития

В ближайшем будущем ожидается дальнейшее развитие информационных систем для структурирования и визуализации данных.

Одним из основных направлений развития является разработка систем, которые могут работать с огромным объемом данных и обеспечивать быстрый доступ к информации. Ожидается также, что информационные системы для структурирования и визуализации данных будут все больше использоваться в науке и образовании. Это будет способствовать развитию новых подходов к анализу данных и новым методам обучения.

Современные информационные системы для структурирования и визуализации данных продолжают развиваться и улучшаться, чтобы удовлетворять все более сложные требования пользователей.

Вот некоторые из перспективных направлений развития:

- ◆ Использование искусственного интеллекта для автоматической обработки и анализа данных.
- ◆ Развитие технологий виртуальной и дополненной реальности для создания более удобных и интерактивных способов визуализации данных.
- ◆ Интеграция различных видов данных из разных источников, включая данные из интернета вещей (IoT) и социальных медиа.
- ◆ Развитие систем, которые позволяют пользователям работать с данными из разных мест, включая удаленный доступ и работу с мобильных устройств.

Современные информационные системы для структурирования и визуализации данных уже достаточно развиты и широко применяются в различных областях. Однако с развитием технологий появляются новые возможности для оптимизации и совершенствования этих систем. В ближайшем будущем можно ожидать дальнейшего развития информационных систем для структурирования и визуализации данных.

Развитие технологий искусственного позволит автоматизировать процессы обработки данных. Еще одной из перспективных областей развития является использование искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматической классификации и анализа данных. Это позволит ускорить процесс обработки и анализа больших объемов данных, а также повысить точность получаемых результатов.

Другой перспективой является улучшение визуализации данных. Сегодня уже существует достаточно мно-

го различных инструментов, которые позволяют визуализировать данные, но в будущем можно ожидать еще большего развития этой области, и не только самой визуализации данных, но и их интерпретации.

Еще одной перспективной областью является разработка более удобных и эргономичных интерфейсов для работы с информационными системами. Новые технологии, такие как виртуальная и дополненная реальность, могут значительно улучшить визуализацию данных и упростить их анализ.

Еще одной перспективной областью является использование информационных систем для создания интеллектуальных аналитических инструментов, которые могут использоваться в различных сферах деятельности, таких как медицина, банковское дело, наука и т.д. Эти инструменты будут обладать высокой степенью точности и могут помочь в принятии важных решений.

Заключение

Применение информационных систем для структурирования и визуализации данных является перспективной областью развития в ближайшем будущем. Это связано с появлением и дальнейшей разработкой новых технологий, таких как искусственный интеллект

и машинное обучение, виртуальная и дополненная реальность

Информационные системы для структурирования и визуализации данных становятся все более важным инструментом для работы с большим объемом данных, которые генерируются в современном мире. Они необходимы в науке, бизнесе, образовании и всех прочих сферах деятельности. Их развитие позволит получить новые методы анализа данных и обучения.

Однако их применение также связано с рядом проблем, включая отсутствие стандартизации данных и требование больших вычислительных ресурсов. Стоит отметить, что успешное применение информационных систем для структурирования и визуализации данных требует не только развития технологий, но также и стандартизации данных, обучения пользователей и организации доступа к информации. Для достижения этих целей требуется сотрудничество различных научных и образовательных учреждений, а также государственных органов.

В целом, информационные системы для структурирования и визуализации данных имеют значительный потенциал для науки и образования, и их дальнейшее развитие может привести к новым открытиям и достижениям в этих областях.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев А.Ю. «Автоматизация информационного обеспечения управления предприятиями». Москва: Инфра-М, 2017.
2. Кобзарь, А.И. Введение в анализ данных с использованием R. М.: ООО «Бином», 2015.
3. Богданова Н.В. «Методы анализа и интерпретации данных». Москва: Издательский дом «ЛКИ», 2018.
4. Ларионова Е.Ю., Блинов В.И. «Программное обеспечение для визуализации данных: обзор рынка и анализ существующих решений». Информатика и ее применения, 2019, т. 13, № 4, с. 76–83.
5. Смольянинова Ю.Ю. «Использование методов структурирования и визуализации данных в управлении проектами». Экономические науки, 2018, т. 23, № 2, с. 86–92.
6. Wickham, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. New York: Springer, 2016.
7. Abdi, H. "Visualization of Multivariate Data Using R and Exploratory Data Analysis (EDA)". CRC Press, 2018.
8. Keim, D.A., Andrienko, G., Fekete, J.D., et al. "Visual Analytics: Definition, Process, and Challenges". Springer, 2008.
9. Witten, I.H., Frank, E., Hall, M.A. "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques". Morgan Kaufmann, 2016.
10. K. Cios, W. Pedrycz, and R. Swiniarski, Data Mining Methods for Knowledge Discovery, Springer, 2018.
11. J. Heer and M. Bostock, "Designing and Building Data Visualizations," ACM Transactions on Computer-Human Interaction, vol. 20, no. 3, article 21, Sep. 2013.
12. Tableau Software, "Tableau: Business Intelligence and Analytics Software," [Online]. Available: <https://www.tableau.com/>. [Accessed: 11-Mar-2023].

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НАРУШИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ВЗГЛЯД НА ИНСАЙДЕРСКУЮ УГРОЗУ

METHODS FOR REDUCING AUTHORITY IN THE FIELD OF INFORMATION SECURITY: A LOOK AT THE INSIDER THREAT

V. Strizhkov

Summary. The article presents an assessment of existing insider mitigation methods used to mitigate the effects of insider attacks. Although both motive and opportunity are necessary to commit a crime, this article focuses on the concept of opportunity. Opportunity is more tangible than motive, hence it is more pragmatic to think about measures to reduce opportunities. For this purpose, theories of possibilities from the field of criminology are considered. The assessment offers several areas of study and can help organizations implement information security controls that reduce the opportunity for insiders. The evaluation is not final, but serves to inform future understanding.

Keywords: information security, insider, internal intruder, reduction of authority, insider threat reduction.

Стрижков Владислав Александрович

Аспирант, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (г. Москва)
218668@edu.fa.ru

Аннотация. В статье представлена оценка существующих методов снижения возможностей внутреннего нарушителя, используемых для смягчения последствий инсайдерских атак. Хотя для совершения злодеяния необходимы как мотив, так и возможность, в данной статье основное внимание уделяется понятию возможности. Возможность более осязаема, чем мотив, следовательно, более прагматично размышлять о мерах по сокращению возможностей. С этой целью рассматриваются теории возможностей из области криминологии. Оценка предлагает несколько областей исследований и может помочь организациям в реализации средств управления информационной безопасностью, уменьшающих возможности внутренних нарушителей. Оценка не является окончательной, но служит для информирования будущего понимания.

Ключевые слова: информационная безопасность, инсайдер, внутренний нарушитель, снижение полномочий, сокращение инсайдерской угрозы.

Введение

По данным опроса CyberSecurity Watch [1], 46% респондентов считают, что вред, причиненный внутренними атаками, наносит больший ущерб, чем вред, причиненный внешними атаками. Исследование Boardroom Cyber Watch 2013 [2] фактически предупредило, что эта цифра может быть выше 50%. Инсайдер — это любое лицо, имеющее законный доступ к инфраструктуре информационных технологий (ИТ) организации. Хотя для совершения злодеяния необходимы как мотив, так и возможность, в этой статье основное внимание уделяется концепции возможности. Согласно Уиллисон [3], исследователям полезно размышлять о киберпреступлениях с точки зрения криминологических теорий, поскольку они, в конце концов, являются преступлениями. В криминологии четыре теории преступности воплощают перспективу теории возможностей: теория рационального выбора, теория рутинной деятельности, модель преступления и, совсем недавняя, теория ситуационного предотвращения преступлений (SCP) [11]. Поскольку теория SCP наибо-

лее непосредственно развилась из вышеупомянутых теорий, она использовалась в качестве теоретической основы в исследовании. Существенное различие между внешними злоумышленниками и инсайдерами заключается в том, что те, кто действует извне, имеют ограниченные возможности для осуществления своей атаки. Они должны использовать уязвимости в системе, в то время как инсайдеры имеют привилегированный доступ и, следовательно, больше возможностей, однако инсайдер, в отличие от внешнего нарушителя, подчиняется политикам, процедурам и соглашениям.

Падаячи [14] приходит к выводу, что возможности для совершения преступления с точки зрения внутренней угрозы возникают из-за следующих трёх наборов обстоятельств: во-первых, инсайдеры способны определить возможности для совершения преступления в своей повседневной деятельности. Во-вторых, активы данных, которые являются ценными, видимыми, доступными и передаваемыми, открывают заманчивые возможности для киберпреступности. В-третьих, новые инновации и изменения постоянно создают новые

возможности для внутренних угроз. Когда Теохариду и др. [5] изучили ISO 17799 и его связь с решением проблемы внутренних угроз, они обнаружили, что теории преступлений, такие как теория SCP, не рассматривались в этом стандарте ISO, поскольку они не учитывали потенциальную сторону преступления. Это упущение в предыдущем и текущем стандарте указывает на то, что возможности нарушителей требуют дальнейшего изучения.

Теоретическая основа

В текущем систематическом анализе, т.е. обзоре, который включает критическую оценку и сопоставление информации систематическим и подотчетным образом, различные методы защиты информации сопоставляются с теорией SCP для составления каталога методов. Теория SCP рассматривает пять категорий мер по уменьшению возможностей, а именно: «увеличение усилий», «увеличение рисков», «уменьшение вознаграждения», «уменьшение провокаций» и «устранение оправданий». Каждая мера далее делится на 5 конкретных методов (то есть всего 25 подкатегорий) [12].

Увеличение усилий

Категория, вынуждающая «усилить усилие», включает в себя подтверждение восприятия того, что конкретное преступление будет трудно исполнить. Подкатегории, которые обсуждаются более подробно ниже: целевое упрочнение; контроль доступа на объекты; контроль вывода экрана; уклонение от правонарушителей и инструменты контроля (т.е. инструменты, которые могут быть использованы для причинения вреда).

Средства управления информационной безопасностью, предлагаемые для «защиты цели» (т.е. повышения сложности совершения преступления), включают антивирусное программное обеспечение [3]; исправление уязвимостей; изоляция чувствительной системы; правильная политика паролей; выборочная установка; закрытие посторонних портов и внесение в белый список. Антивирусы подвержены неправомерному использованию, а внесение в белый список легче осуществить, так как оно основано на ведении списка разрешенного программного обеспечения [7].

Брандмауэры неэффективны для внутренних угроз, поскольку работают в пределах своего периметра. Data Loss Prevention (DLP) контролирует исходящие данные и может быть более подходящим для защиты периметров, чем брандмауэры. Хиндуджа и Коой [8] также предлагают фильтрацию входа/выхода и ограничения на основе интернет-протокола (IP), которые существенно помогают контролировать трафик, входящий и исхо-

дящий из сети. Средства управления информационной безопасностью, предлагаемые для отвлечения нарушителей, включают приманки; расщепление ключей; разделение обязанностей и проверка биографических данных сотрудников (т.е. предварительная проверка) [3] и внешнее хранение данных [8]. Хотя приманки эффективны для сдерживания инсайдеров, могут потребоваться соглашения для покрытия вопросов ответственности. Разделение обязанностей предотвращает неправильное использование. Таким образом, как разделение ключей, так и разделение обязанностей являются средствами предотвращения сговора. Хотя методы предварительной проверки, такие как профилирование, не являются точными предикторами будущей угрозы, руководящие принципы ISO/IEC 27002 по безопасности человеческих ресурсов [9] предлагают многочисленные средства контроля, которые включают проверку биографических данных перед приемом на работу. Эти средства контроля способствуют тому, чтобы сотрудник придерживался политики безопасности организации во время работы и что права доступа удаляются при увольнении [9].

Контроль веб-доступа [10], фильтрация загрузок незаконных инструментов (т.е. контроль загрузок [3]); процедуры прекращения [3]; наименьшая привилегия; разрешение на доступ к файлам [8] и периодические проверки [8] были предложены в качестве мер информационной безопасности в отношении инструментов управления. Фильтрация загрузок является важным средством контроля, поскольку инсайдеры могут загружать незаконные инструменты, такие как регистраторы нажатий клавиш, чтобы помочь им в совершении злонамеренных действий. Принцип наименьших привилегий — еще один фундаментальный метод контроля; однако его практическое применение может быть ограничено из-за колебаний рабочих обязанностей. Подобно наименьшим привилегиям, разрешение на доступ к файлам является средством управления доступом для привилегированных пользователей в качестве модераторского контроля [8].

Увеличение рисков

Категория «увеличение рисков» включает усиление восприятия того, что «риск обнаружения, сопротивления и задержания», связанный со злонамеренными действиями, будет высоким. Его подкатегории включают следующее: продление опеки; помощь в естественном наблюдении; снижение анонимности; усиление формального надзора.

Контроль информационной безопасности, предлагаемый для расширения опеки, предполагает управление мобильными объектами [3]. Цель управления «Мо-

бильные вычисления и удаленная работа» из ISO/IEC 27002 является более всеобъемлющей, поскольку она обеспечивает соблюдение политик удаленного доступа через мобильные устройства и сотрудников, которые работают удаленно (т.е. удаленная работа) [9].

Средства управления информационной безопасностью, рекомендуемые для естественного наблюдения, включают отчеты об инцидентах [10] и средства визуализации. Капелли и др. [12] утверждают, что отчетность об инцидентах сама по себе недостаточна, и настаивают на том, что должен быть конкретный план реагирования на инсайдерские инциденты. Средства управления информационной безопасностью, которые рекомендуются для снижения анонимности, включают контрольные журналы и регистрацию событий [3]. В частности, предлагаются контрольные журналы и журналы событий, которые полностью защищены от несанкционированного доступа, поскольку инсайдеры вполне могут подделывать контрольные журналы, чтобы скрыть свое вредоносное поведение.

Техника использования менеджеров предполагает размещение сотрудников, которые естественным образом контролируют окружающую среду в качестве сдерживающего фактора [13]. Методы информационной безопасности, предложенные для использования менеджерами по месту, включают в себя регистрацию двумя людьми [3], мониторинг использования ресурсов [14] и конкретное назначение обязанностей по информационной безопасности (IS) [8]. Подписание двумя лицами поможет снизить риск вымогательства. Конкретное распределение обязанностей является еще одной полезной стратегией, поскольку процесс может быть более информативным, если конкретные лица будут нести ответственность за свое поведение.

Для усиления формального надзора рекомендуются следующие средства контроля: обнаружение вторжений [3]; управление изменением; инструменты управления конфигурацией; горячая линия для сотрудников [8]. Существует вероятность того, что системы обнаружения вторжений могут быть нечувствительны к командам, отдаваемым злоумышленником, и такие команды могут казаться частью его/ее обычных обязанностей, поэтому тревога не будет поднята. Введение горячей линии для сообщения о подозрительном поведении [8] может помочь в раннем обнаружении. Кроме того, формальное наблюдение можно усилить, введя контроль изменений и управление конфигурацией — первое обеспечит надлежащее управление всеми изменениями, внесенными в сеть, а второе позволит обнаружить изменения в исходном коде и файлах приложений [12].

Уменьшение вознаграждения

Категория «уменьшение вознаграждение» включает в себя снижение восприятия того, что выгоды от преступления [13] будут иметь смысл. Примеры таких методов включают следующее: сокрытие целей; удаление целей; идентификация собственности; отказ в льготах. Стратегия сокрытия целей включает ограничение, по мере возможности, публикации общедоступной информации. Был предложен более широкий термин, а именно «безопасность через неизвестность». Безопасность за счет неясности — полезная техника, так как она создает препятствия на пути потенциальных злоумышленников, однако она должна быть дополнена другими средствами контроля.

Удаление целей — это родственный метод, который включает в себя затемнение целей путем развертывания элементов управления Clear Desk и Clear Screen, как рекомендовано стандартом ISO/IEC 27002 [9]. Введение изоляции конфиденциальной системы может быть дополнительным средством защиты особо конфиденциальной информации от внутренних угроз, поскольку это снижает доступность системы [8] (также рекомендуется для «целевой защиты» Коулз-Кемп и Теохариду [10]).

Водяные знаки [14], цифровые подписи [3] и классификация информации [14] рекомендованы в качестве стратегий информационной безопасности, эквивалентных технике идентификации собственности. Однако водяные знаки становятся неэффективными, если у инсайдера есть доступ к исходному объекту. Хотя цифровые подписи могут оказаться полезными для подтверждения авторства, они требуют дополнительной проверки, такой как метки времени. Вместо простой классификации информации управление активами (ISO/IEC 27002) было предложено в качестве инструмента для идентификации собственности, поскольку оно более всеобъемлющее и включает в себя учет активов [9].

Шифрование [3], механизмы автоматического уничтожения данных [14], управление непрерывностью [10] и управление инцидентами [10] предлагаются в качестве методов информационной безопасности, которые дают результаты, аналогичные методу «отказ от преимуществ». Автоматическое уничтожение данных механизмами, которые мгновенно уничтожают конфиденциальные данные, снижает вероятность их похищения. «Управление непрерывностью бизнеса» и «Управление инцидентами информационной безопасности» — это пункты стандарта ISO/IEC 27002 [9], а сравнительный контроль в COBIT — это «Управление запросами на обслуживание и инцидентами» и «Управление непрерывностью». Элементы управления «Управление за-

просами на обслуживание и инцидентами» включают минимизацию сбоев за счет быстрого разрешения инцидентов, а «Управление непрерывностью» включает реагирование на инциденты для продолжения критически важного бизнеса [15].

Уменьшение провокаций

Категория «снижение провокации» включает удаление «вредных раздражителей из окружающей среды» [13], что может спровоцировать преступление. В этой категории рассматриваются ситуации, которые действуют как триггеры или катализаторы для человека, который уже мотивирован [12]. Подкатегории включают: уменьшение разочарований и стресса; избежание споров; снижение эмоционального возбуждения; нейтрализация давления со стороны сверстников и предотвращение подражания.

Создание благоприятной рабочей среды [10] было предложено в качестве общей методики для уменьшения фрустрации и стресса. Необходимо применять конкретную технику для работы с этой категорией, основанной на выявлении «болевых точек и триггерных событий». Примерами болевых точек являются потеря данных, отказ в обслуживании и использование новых технологий, а примерами триггеров являются новые правила и технологические изменения. Уиллисон [3] рекомендует включать поддержку осведомителей в подкатегорию «содействие естественному наблюдению»; однако, поскольку предполагалось, что этот метод влияет на эмоциональные реакции на провокацию, он был переведен в категорию «снижение провокаций». Споров можно избежать или разрешить, просто внедрив План разрешения споров для эффективного управления спором.

Коулз-Кемп и Теохариду [10] рекомендуют безопасность использования и участие пользователей в процессе анализа рисков в качестве возможных средств защиты информации для снижения эмоционального возбуждения. Участие пользователей в целом было бы полезным, поскольку внутренние угрозы могут возникать, когда политики безопасности или средства контроля неправильно понимаются, плохо сообщаются или применяются непоследовательно. Внутренние угрозы также могут возникать в результате отсутствия процедурной справедливости. Поэтому может быть полезно привлекать пользователей на протяжении всего жизненного цикла информационной безопасности, от разработки до внедрения. Удобство использования системы безопасности может стать шагом на пути к уменьшению отрицательной реакции инсайдера на средства управления информационной безопасностью.

Устранение оправданий

Категория «убрать оправдания» предполагает нейтрализацию моральных убеждений преступника [13]. Преступники склонны оправдывать свое преступление. Например, инсайдеры могут рационализировать свои действия, считая киберпреступность преступлением без потерпевших. Подкатегории включают правила установки; инструкции по размещению; содействие соблюдению требований; пробуждение совести и контроль над наркотиками и алкоголем.

Что касается подкатегории «установление правил», правила устанавливаются в отношении типичных политик, соглашений и процедур, которые были предложены (например, такие процедуры, как политика приемлемого использования [8]). Хиндуджа и Коой [8] также предлагают внедрить программу помощи, чтобы помочь сотрудникам быть осведомленными об этих правилах и процедурах. Единый вход [3]; этически обоснованная деловая практика [8]; единая точка отсчета для безопасности [10] и продвижение здоровой рабочей среды [8] были предложены в качестве средств управления информационной безопасностью для реализации метода, направленного на содействие соответствию. Единый вход предполагает, что инсайдер получает один пароль во всех системах; это способствует удобству использования и может управляться централизованно. Единый вход считается аспектом «централизованного управления пользователями», который также был включен в оценку. Это понятие распространяется на метод «единой точки отсчета безопасности», который включает централизованное управление политиками информационной безопасности. Хиндуджа и Коой [8] предполагают, что продвижение здоровой окружающей среды, а также этически обоснованной деловой практики представляет собой стратегию, способствующую соблюдению организационных политик и процедур. Такая стратегия не только снижает возможность для индивидуумов заниматься преступным поведением, но и побуждает к нормативному поведению.

Средства защиты информации, рекомендуемые для обращения к совести пользователей, включают защиту авторских прав [10]; кодекс этики [10]; предупреждающие сообщения при входе в систему [8] и контекстно-зависимые интерфейсы. В COBIT проводится различие между организационной этикой и индивидуальной этикой [15]. Это означает, что организации должны учитывать личную этику при рассмотрении этического кодекса организации. Согласно Хиндуджа и Коой [8], полезно получать предупреждающие сообщения при входе в систему, поскольку такие сообщения угрызают совесть пользователя.

Хотя «контроль над наркотиками и алкоголем» может показаться несовместимым с областью информационной безопасности, общепризнано, что злоупотребление наркотиками и алкоголем ухудшает суждение инсайдера. Исследование, о котором в настоящее время сообщается, последовательно предлагает программу реабилитации сотрудников. Хиндуджа и Коой [8] предлагают ввести процедуры для рассмотрения жалоб и предоставления адекватных льгот работникам, поскольку, по их мнению, такие меры контроля служат для утверждения пользователей и предотвращения чувства дискриминации.

Заключение

Данная статья вносит два важных вклада в понимание и снижение внутренних угроз. Во-первых, приведенная здесь информация может использоваться в качестве упреждающей стратегии смягчения действий инсайдеров. Эта оценка может быть использована для реализации средств управления информационной безопасностью, которые должны дать возможность администраторам информационной безопасности предотвращать и, возможно, противодействовать внутренним угрозам. Во-вторых, было выявлено несколько потенциальных направлений исследований. Выявленные пробелы требуют более глубокого изучения.

Некоторые результаты текущего исследования вызывают разногласия в том смысле, что популярные инструменты, такие как антивирусы, управление инцидентами

и системы предотвращения утечек данных (DLP) были оценены плохо. Возможная причина может заключаться в том, что, хотя эти методы полезны, они не решают проблему внутренних угроз напрямую. Установлено также, что управление инцидентами, включающее в себя восстановление систем после инцидента, вероятно, не играет роли в обнаружении или предотвращении инсайдерской атаки. Не исключено, что инсайдеры, причастные к угрозе, входят в состав группы реагирования на инциденты.

Категории затрат и выгод, такие как «увеличение усилий», «увеличение риска» и «уменьшение вознаграждения», заставляют рационального инсайдера вычислить чистую стоимость преступления. С другой стороны, категории «устранение оправданий» и «уменьшение количества провокаций» являются косвенным контролем, который заставляет инсайдера рассматривать возможность совершения преступления с рациональной точки зрения, не руководствуясь провокациями или оправданиями. Возможно, что наличие меньшего количества элементов управления в пределах определенной категории может повысить уязвимость организации. Текущий набор методов информационной безопасности явно недостаточен для борьбы с внутренними угрозами, поскольку при их разработке не учитывались соображения, ограничивающие возможности. Необходимо провести дальнейшие исследования не только для разработки более эффективных инструментов для каждой категории, но и для определения соотношения инструментов, необходимых для каждой категории, чтобы эффективно минимизировать внутренние угрозы.

ЛИТЕРАТУРА

1. CSO MAGAZINE, USSS, CERT, Deloitte, 2011 Cybersecurity Watch Survey: organizations need more skilled cyber professionals to stay secure. [Электронный ресурс]. — URL: www.cert.org/archive/pdf/CyberSecuritySurvey2011.pdf (дата обращения 01.03.2023).
2. IT Governance, Boardroom Cyber Watch 2013: report. [Электронный ресурс]. — URL: www.itgovernance.co.uk/what-is-cybersecurity/boardroom-cyber-watch.aspx (дата обращения 01.03.2023).
3. R. Willison, Understanding the perpetration of employee computer crime in the organisational context, *Information and Organization* 16 (4) (2006) 304–324.
4. K. Padayachee, A conceptual opportunity-based framework to mitigate the insider threat, *Information Security for South Africa*, Johannesburg, South Africa, August 2013.
5. M. Theoharidou, S. Kokolakis, M. Karyda, E. Kiountouzis, The insider threat to information systems and the effectiveness of ISO17799, *Computers & Security* 24 (6) (2005) 472–484.
6. D.B. Cornish, R.V. Clarke, Opportunities, precipitators and criminal decisions: a reply to Wortley's critique of situational crime prevention, *Crime Prevention Studies* 16 (2003) 41–96.
7. S.T. Mansfield-Devine, The promise of whitelisting, *Network Security* 7 (2009) 4–6.
8. S. Hinduja, B. Kooi, Curtailing cyber and information security vulnerabilities through situational crime prevention, *Security Journal* 26 (4) (2013) 383–402.
9. ISO/IEC 27002:2005, Information technology — security techniques — information security management systems — code of practice for information security management. [Электронный ресурс]. — URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=50297 (дата обращения 01.03.2014).
10. L. Coles-Kemp, M. Theoharidou, Insider threat and information security management, in: C.W. Probst, J. Hunker, D. Gollmann, M. Bishop (Eds.), *Insider Threats in Cyber Security*, Springer, US 2010, pp. 45–71.
11. K. Padayachee, A framework of opportunity-reducing techniques to mitigate the insider threat: towards best practice, *Information Security for South Africa (ISSA)*, Johannesburg, South Africa, August 2015.

12. M. Cappelli, A.P. Moore, T.J. Shimeall, R. Trzeciak, Common sense guide to prevention/detection of insider threats. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.cylab.cmu.edu/files/pdfs/CERT/CommonSenseInsiderThreatsV2.1-1-070118-1.pdf> 2006 (дата обращения 01.03.2023).
13. T.R. Smith, J. Scott, Policing and crime prevention, in: D.A. Mackey, K. Levan (Eds.), Crime Prevention, 1st ed. Jones & Bartlett, Burlington, Massachusetts 2011, pp. 61–88.
14. N.L. Beebe, V.S. Roa, Using Situational Crime Prevention theory to explain the effectiveness of Information Systems Security, Paper Presented at the Proceedings of the 2005 SoftWars Conference, Las Vegas, Nevada, December 2005.
15. ISACA, COBIT Five: For Information Security, Information Systems Audit, & Control Association, USA, 2012.

© Стрижков Владислав Александрович (218668@edu.fa.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ЭФФЕКТА СВЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

ALGORITHM MODIFICATION OF PROCESSING THE GLOW EFFECT ON THE IMAGE

**N. Terentev
R. Kildeev
T. Kolikova
T. Leontieva**

Summary. A naive implementation of an image processing algorithm that produces a glowing effect on objects in a scene was presented. Various optimizations for each step of the naive implementation were described and tested. Conclusions were drawn about how these optimizations affect performance and the quality of the resulting image. As a result, a table of results was constructed for each of the presented methods of optimizing the glowing effect image processing algorithm.

Keywords: computer graphics, shaders, optimization methods, bloom.

Терентьев Никита Леонидович

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
terentiev.nl@edu.spbstu.ru

Кильдеев Рустам Ильдарович

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
kildeev.ri@edu.spbstu.ru

Коликова Татьяна Всеволодовна

Старший преподаватель, Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого
tvk@ics2.ecd.spbstu.ru

Леонтьева Татьяна Владимировна

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого
leontyeva@ics2.ecd.spbstu.ru

Аннотация. Представлена наивная реализация алгоритма обработки изображения, дающего эффект свечения объектов на сцене. Описаны и протестированы различные вариации оптимизаций каждого из шагов наивной реализации алгоритма. Сделаны выводы о том, как данные оптимизации оказывают влияние на производительность, а также на качество получаемого изображения. В результате была построена таблица результатов каждого из представленных вариантов модифицированных способов обработки алгоритма эффекта свечения объектов на сцене.

Ключевые слова: компьютерная графика, шейдеры, методы оптимизации, блум.

Введение

За годы своего существования технологии компьютерной графики значительно изменялись, представляя революционные способы взаимодействия людей с компьютером. Начиная с первых шагов, представляющих собой элементарную 2D-графику, до передовой 3D-отрисовки и виртуальной реальности, компьютерная графика претерпела множество изменений во многих своих отраслях, включая: развлечения, образование, здравоохранение, архитектуру и другие. Последние достижения в технологии компьютерной графики проложили путь к большей реалистичности, предоставляя практически безграничные возможности для творчества и инноваций.

На данный момент технологии компьютерной графики стремительно развиваются, и один из часто используемых, используемых в этой области,— эффект свечения (bloom). Рассматриваемый эффект улучшает визуальное качество изображений, добавляя светящийся ореол вокруг ярких объектов в сцене, что приводит к более реалистичному и привлекательному виду. Однако он требует значительных вычислительных затрат, что затрудняет его применение в приложениях реального времени, осуществляющих воспроизведение высокого количества кадров в секунду. В этой статье мы представляем исследование по различным методам оптимизации алгоритма блума. Будет рассмотрено несколько алгоритмов, проведено сравнение их производительности и качества изображения. Цель

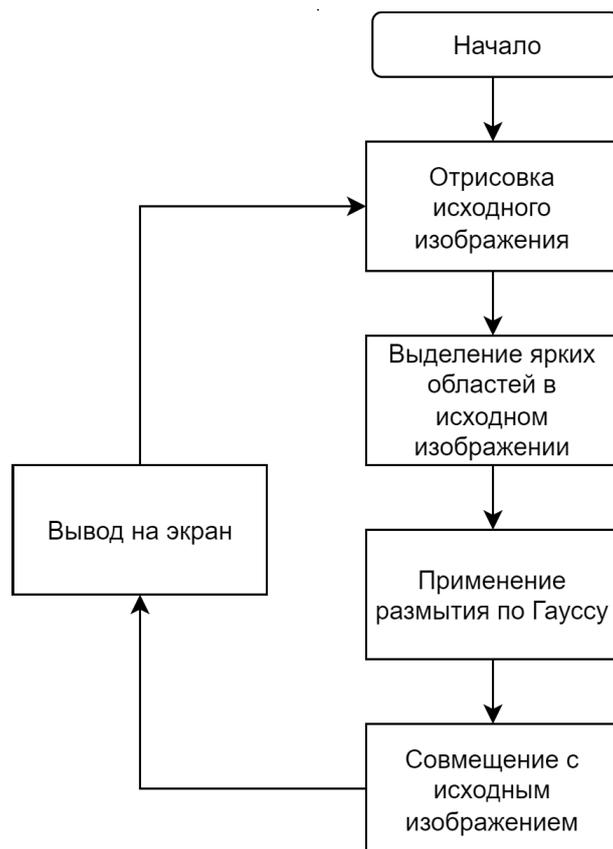


Рис. 1. Блок-схема отрисовки сцены в наивной реализации

этой статьи — внести вклад в развитие реализации эффекта блума в приложениях компьютерной графики путем предоставления основ для создания оптимизированного решения, которое будет обеспечивать баланс между визуальным качеством и вычислительными затратами.

Наивная реализация

В простом представлении, отрисовка сцены, в которой присутствует свечение объектов, можно представить в виде блок-схемы:

Алгоритм извлекает из исходного изображения фрагменты, уровень яркости которых превышает определенный порог. Чтобы выделить яркие области изображения, сначала нужно определить, что считается «ярким». Одним из распространенных подходов является использование порогового значения для выявления пикселей, которые ярче определенного уровня. Пороговое значение может быть фиксированным.

Предполагается, что цвета пикселей будут соответствовать исходному изображению, а их яркость будет считаться по следующей формуле:

$$c = \frac{\max(0, b - t)}{b}$$

где $b = \max(C_r, C_g, C_b)$ предполагая C_r, C_g, C_b как нормализованные компоненты цвета;

t — пороговое значение яркости

В связи с тем, что t является константой, контрастность изображений снижается. Любой пиксель, превышающий определенный уровень яркости, воспринимается как чисто «белый».

Затем применяется фильтр размытия к текстуре пороговой яркости. Одним из самых простых алгоритмов, который можно применить, является размытие по Гауссу.

Он работает путем свертки изображения с гауссовым ядром, которое представляет собой колоколообразную функцию, присваивающую веса каждому пикселю изображения. Ядро центрируется на текущем обрабатываемом пикселе, а его веса плавно уменьшаются с удалением от центра, что приводит к плавному смешиванию соседних пикселей [1]:

Таблица 1. Матрица весов при $\sigma = 0.7$

| | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00001 | 0.00003 | 0.00001 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00009 | 0.00198 | 0.00548 | 0.00198 | 0.00009 | 0.00000 |
| 0.00001 | 0.00198 | 0.04219 | 0.11705 | 0.04219 | 0.00198 | 0.00001 |
| 0.00003 | 0.00548 | 0.11705 | 0.32472 | 0.11705 | 0.00548 | 0.00003 |
| 0.00001 | 0.00198 | 0.04219 | 0.11705 | 0.04219 | 0.00198 | 0.00001 |
| 0.00000 | 0.00009 | 0.00198 | 0.00548 | 0.00198 | 0.00009 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00001 | 0.00003 | 0.00001 | 0.00000 | 0.00000 |

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} * e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

где x и y — координаты пикселя относительно центра ядра;
 σ — стандартное отклонение гауссовского распределения;
 e — основание натурального логарифма.

Константа нормализации $\frac{1}{2\pi\sigma^2}$

гарантирует, что сумма всех весов ядра равна единице, сохраняя яркость изображения.

Пример матрицы весов ядра радиуса 7 для $\sigma = 0.7$ приведен в таблице 1:

Для применения размытия к изображению производится свертка изображения с гауссовским ядром по следующей формуле:

$$I'(x, y) = \frac{1}{W} * \sum \sum (I(x + i, y + j) * G(i, j))$$

где $I(x, y)$ — значение яркости пикселя в точке (x, y) на входном изображении;
 $I'(x, y)$ — соответствующее значение интенсивности на выходном изображении после размытия;
 W — сумма всех весов ядра, причем суммирование ведется по всем позициям ядра (i, j) относительно его центра.

Полученное изображение с размытыми яркими участками накладывается на исходное, тем самым получается эффект свечения объектов.

Оптимизация алгоритма определения уровней яркости

Так как в реальных условиях не требуется, чтобы все объекты на сцене имели эффект свечения, то его обработка производится только на некоторых участках изображения, из-за чего возникает проблема с резкими переходами между ними. Если изображение имеет плавные тональные переходы, оно кажется более ре-

алистичным и менее искусственным. Это происходит потому, что мозг человека настроен на плавные, постепенные изменения света и цвета.

Для решения этой проблемы вводится еще одна константа под названием "мягкий порог".

Модифицированная формула для определения яркости изображения будет иметь вид [2]:

$$c = \frac{\max(s, b - t)}{b}$$

где $s = \frac{\min(\max(0, b - t + k), 2k)^2}{4k}$;

$k = t * t_s$;
 b — максимальная составляющая цвета;
 t — значение обычного порога;
 t_s — значение мягкого порога

Используя ее, можно смягчить пороговое значение и сделать переход более гладким вместо того, чтобы сразу обрезать значение нулём.

Оптимизация алгоритма размытия изображения

Так как наивная версия алгоритма использует свертку, то сложность алгоритма будет равна $O(n^2)$. Если произвести тестирование на видеочипе GTX 1060 компании Nvidia с ядром размерности 11 при разрешении экрана 1920x1080, то время одного прохода будет приблизительно 1.7 миллисекунд, что не является приемлемым результатом. Более того, для повышения реалистичности эффекта требуется множество таких проходов, что ведет к сильному снижению показателя частоты отрисовки кадров в секунду. Для решения этой проблемы было разработано множество вариантов оптимизаций алгоритма размытия, но в данном случае будут рассмотрены только наиболее выгодные, в первую очередь по производительности.

Одним из основных способов повышения производительности является предвычисление весов матрицы Гаусса [3]. Далее к ним можно обращаться при помощи

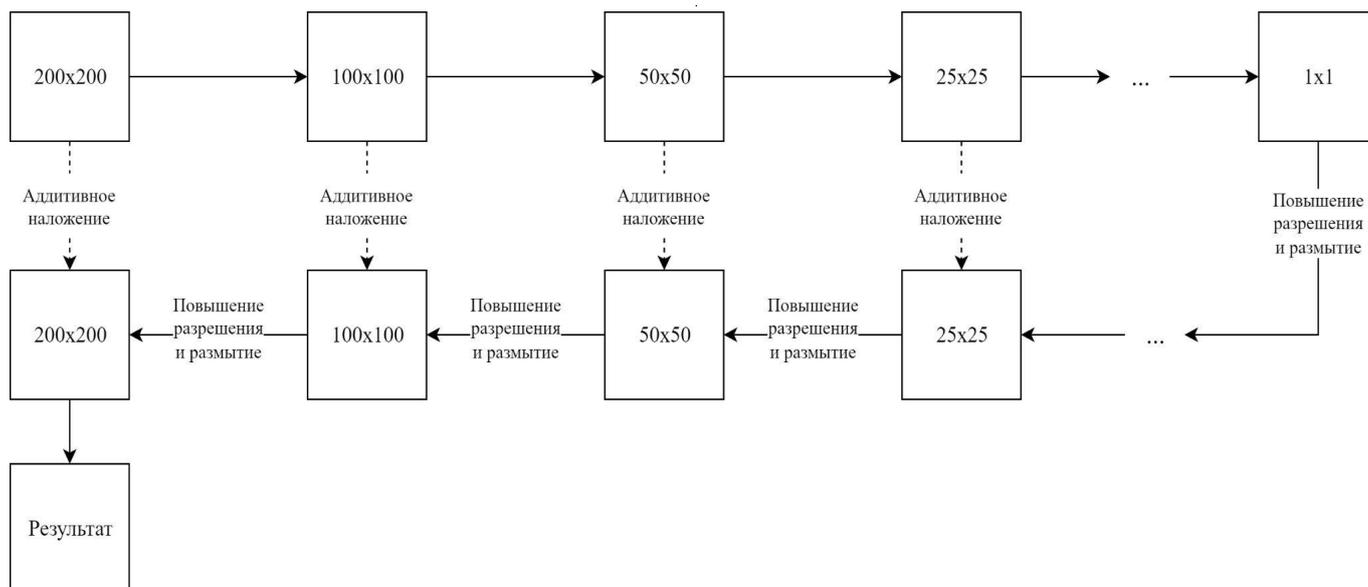


Рис. 2. Алгоритм создания эффекта свечения от «Sledgehammer Games»

сдвигов. Тестирование показало, что время обработки кадра снизилось до 0.37 миллисекунд.

Второй подход учитывает разделяемую свертку функции Гаусса, что приводит к делению алгоритма на 2 прохода: горизонтальный и вертикальный. Таким образом, сложность алгоритма становится $O(n)$. Получаем, что кадр теперь обрабатывается за 0.28 миллисекунд, что уже неплохо, но этого всё еще недостаточно.

Можно произвести сжатие исходного изображения и применить к нему эффект размытия по Гауссу. Это позволит значительно повысить производительность алгоритма, так как в таком случае требуется применять размытие на изображении с меньшим количеством пикселей. Однако вследствие такого подхода картинка может стать «блочной», особенно при использовании небольших ядер. Это может представлять проблему, например, при обработке кадров, в которых происходит какое-либо движение, так как во время него эффект блочности становится более выраженным. Для решения этой проблемы можно применить интерполяцию между размытым изображением с пониженной дискретизацией и конечным изображением при использовании малых значений ядра. Такой подход может помочь сгладить блочность и сделать переход более плавным. Однако этого не всегда достаточно, особенно при создании сложных эффектов. В таком случае использование промежуточных буферов с низким разрешением может привести к дальнейшему ухудшению качества изображения. Из-за такого набора проблем и сложностей требуется обратиться к альтернативным способам оптимизации алгоритма размытия изображения.

Комплексный подход к оптимизации алгоритма свечения

Для решения проблемы снижения детализации изображения компания «Sledgehammer Games» рассказала об их алгоритме обработки эффекта свечения [4]. Алгоритм состоит из 4 этапов:

1. Проходы понижения разрешения изображения до размера изображения 1x1 (с сохранением промежуточных результатов).
2. Проход повышения разрешения изображения и наложение на него алгоритма размытия.
3. Аддитивное наложение размытого изображения с пониженным разрешением такой же размерности.
4. Повторение этапа 2 до тех пор, пока изображение не примет разрешение, равное исходному.

Алгоритм понижения разрешения основывается на ядре, использующем 13 билинейных фильтраций [5] в изображении для дальнейшего смешивания полученных значений с помощью средневзвешенных значений.

Для пояснения алгоритма обозначим координаты текущего пикселя как (u, v) , а его размер как.

$$d = \frac{1.0}{\text{исх. разрешение экрана}}$$

Затем, рассчитаем координаты 13 точек выборки следующим образом:

Точка a: $(u - 2d, v + 2d)$

Точка b: $(u, v + 2d)$

Таблица 2. Распределение весов точек при обработке алгоритма понижения разрешения изображения

| Точки | Вес |
|------------|---------|
| e | 0.125 |
| a, c, g, i | 0.03125 |
| b, d, f, h | 0.0625 |
| j, k, l, m | 0.125 |

Таблица 3. Распределение весов точек при обработке алгоритма повышения разрешения изображения

| Точки | Вес |
|------------|-----|
| e | 4 |
| b, d, f, h | 2 |
| a, c, g, i | 1 |

Точка c: $(u + 2d, v + 2d)$
 Точка d: $(u - 2d, v)$
 Точка e: (u, v) (текущий пиксель)
 Точка f: $(u + 2d, v)$
 Точка g: $(u - 2d, v - 2d)$
 Точка h: $(u, v - 2d)$
 Точка i: $(u + 2d, v - 2d)$
 Точка j: $(u - d, v + d)$
 Точка k: $(u + d, v + d)$
 Точка l: $(u - d, v - d)$
 Точка m: $(u + d, v - d)$

Далее к каждой точке применяется взвешенное распределение, данные веса представляют собой «вклад» каждой точки выборки в конечный результат. Они были подобраны с условием, что их сумма равняется 1.

После чего общая сумма всех точек записывается на изображение меньшего разрешения.

Алгоритм повторяется до тех пор, пока размер итогового разрешения не станет 1x1.

Алгоритм повышения разрешения использует ядро 3x3 для дискретизации окружающих пикселей.

Рассчитывается 9 точек выборки по аналогии понижению разрешения:

Точка a: $(u - qB, v + qB)$
 Точка b: $(u, v + qB)$
 Точка c: $(u + qB, v + qB)$
 Точка d: $(u - qB, v)$
 Точка e: (u, v) (текущий пиксель)

Точка f: $(u + qB, v)$
 Точка g: $(u - qB, v - qB)$
 Точка h: $(u, v - qB)$
 Точка i: $(u + qB, v - qB)$

константа qB описывает радиус фильтрации пикселей (достаточно значения 0,5)

Далее к каждой точке применяются веса 3x3, используя шатровый фильтр [6], который вычисляет средневзвешенное значение цветов пикселей в пределах круговой области. Используя веса фильтра, получаем:

После чего общая сумма всех точек делится на 16. В данном случае 16 означает количество пикселей изображения, цвет которых алгоритм использовал при чтении 9 точек с изображения.

При тестировании такого подхода результирующая производительность повысилась до 0.18 миллисекунд.

Алгоритм размытия Kawase

В 2003 году Майк Кавасе [7] предложил метод обработки изображений с помощью фильтра, который предполагает, что каждый проход добавляет небольшое количество размытия, в результате чего на последних итерациях результат становится похожим на алгоритм размытия Гаусса.

Его идея заключается в использовании встроенной аппаратной поддержки билинейной фильтрации на видеокартах. Алгоритм состоит из n последовательных итераций, которые производят вычисление усред-

Таблица 4. Результаты исследования времени обработки одного кадра при различных вариантах модификаций исходных алгоритмов

| Алгоритм | Время выполнения (мс) |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Наивная реализация алгоритма | 1.7 |
| Предвычисление весов Гаусса | 0.37 |
| Двойной проход Гаусса | 0.28 |
| Алгоритм размытия Kawase 11 итераций | 0.125 |
| Алгоритм размытия Kawase 35 итераций | 0.27 |
| Комплексный подход | 0.18 |
| Вычислительный шейдер | 0.07 |

Исходя из результатов, можно сказать, что комбинация всех вариантов оптимизаций, рассмотренных в статье, дала существенный прирост в скорости обработки одного кадра.

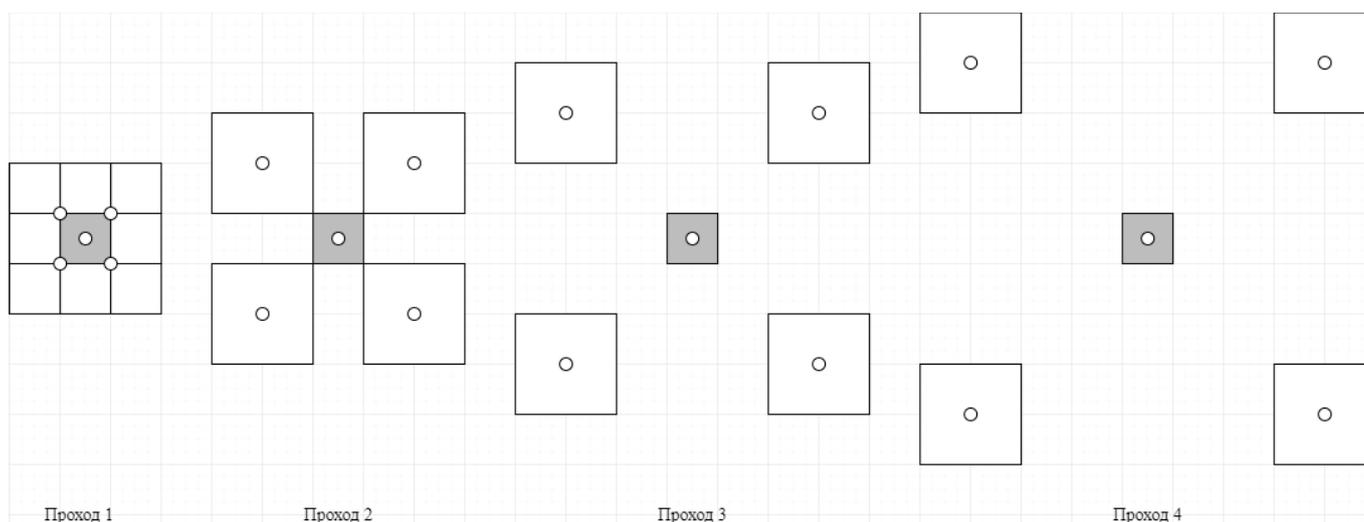


Рис. 3. Обработка одного пикселя на 4-х проходах алгоритма Kawase

ненных значений пикселей (билинейная фильтрация) из соседних областей 2x2, увеличивая при этом радиус их удаления от исходной точки.

Алгоритм демонстрирует высокую производительность в 0.125 мс. Однако качество размытия изображения при 11 итерациях не похоже на размытое с помощью 11 гауссового ядра изображение. Поэтому количество итераций потребовалось увеличить и только при 35 получился результат, который был похож на гауссовское распределение. Хотя производительность в таком случае не была идеальной (0.27 мс), этот показатель можно варьировать для достижения более высокой производительности в ущерб качеству изображения.

Оптимизация метода Гаусса при помощи вычислительного шейдера

Задавшись вопросом еще более углубленной оптимизации предыдущего алгоритма, можно использовать идеи понижения качества изображения и билинейного преобразования при чтении изображения, тем самым получить простую и эффективную реализацию Гаусса, используя специальный вычислительный шейдер на видеокарте. Стоит отметить, что во время работы алгоритма сжатия изображения можно объединить этап определения уровней яркости изображения и первый проход понижения размерности. Можно заметить, что 4-5 проходов для разрешения экрана 1920x1080 достаточно, чтобы сэкономить на вычислениях изображе-

ния с меньшим количеством пикселей без каких-либо потерь в качестве. В отличие от случая использования обычного шейдера, в вычислительном шейдере появляется возможность использования общей памяти графического процессора между разными вычислительными ядрами. Тем самым можно распределить задачу на разные вычислительные ядра, которые будут использовать общий буфер изображения.

Более того, можно использовать линейную интерполяцию между разными уровнями разрешений изображения [8], тем самым “сократив” весь процесс сжатия до 1 шага при помощи взятия среднего значения между 1 и 2, 3 и 4, 4 и 5 проходом алгоритма. Описанный процесс очень удобен, так как позволяет выполнить все необходимые действия, например, на этапе тонального отображения.

Указанных операций достаточно, чтобы время выполнения алгоритма создания эффекта свечения стало равным 0.03 миллисекунд. Обладая текущей производительностью, можно повысить размер ядра Гаусса до 33 и получить итоговую производительность в 0.07 миллисекунд, что будет являться хорошим балансом между качеством изображения и скоростью расчетов.

Заключение

В ходе исследования были изучены различные методы оптимизации наивного алгоритма эффекта свечения объектов в сцене, направленные на улучшение как визуальной составляющей, так и производительности алгоритма. Тестирование было выполнено на видеокарте Nvidia GTX 1060. Результаты исследования приведены в таблице 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Forsyth D. A. Computer Vision: A Modern Approach: 2nd Edition / D. A. Forsyth, J. Ponce. // New Jersey: Prentice Hall, 2011. V. P. 792
2. D.L. Donoho. «Denoising by Soft thresholding» IEEE Trans on Information Theory. 1995, V. 41, N. 3, P. 613–627.
3. Efficient Gaussian blur with linear sampling [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rastergrid.com/blog/2010/09/efficient-gaussian-blur-with-linear-sampling/> (дата обращения: 25.02.2023)
4. Jorge J. NEXT GENERATION POST PROCESSING IN CALL OF DUTY: ADVANCED WARFARE [Электронный ресурс]. URL: <http://advances.realtimerendering.com/s2014/index.html> (дата обращения: 02.03.2023)
5. Phill D. Bicubic Filtering in Fewer Taps. Shiny Pixels. [Электронный ресурс]. URL: <https://vec3.ca/bicubic-filtering-in-fewer-taps/> (дата обращения: 21.02.2023)
6. S.R. Marschner and R. J. Lobb. An evaluation of reconstruction filters for volume rendering. In Proceedings of the conference on Visualization'94, IEEE Computer Society Press, 1994. V. P. 100–107
7. Masaki K. Frame Buffer Post Processing Effects in DOUBLE-STEAL [Электронный ресурс]. URL: <https://genderi.org/frame-buffer-postprocessing-effects-in-double-s-t-e-a-l-wreckl.html> (дата обращения 24.02.2023)
8. Sungkil Lee, Gerard Jounghyun Kim, Seungmoon Choi. Real-time depth-of-field rendering using anisotropically filtered mipmap interpolation. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 15, 3 2009. V. P. 453–464.

© Терентьев Никита Леонидович (terentiev.nl@edu.spbstu.ru), Кильдеев Рустам Ильдарович (kildeev.ri@edu.spbstu.ru),
Коликова Татьяна Всеволодовна (tvk@ics2.ecd.spbstu.ru), Леонтьева Татьяна Владимировна (leontyeva@ics2.ecd.spbstu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ¹

APPLICATION OF SYSTEM ANALYSIS METHODS FOR THE DESIGN OF INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS²

N. Toichkin

Summary. The paper presents a description of the information system project designed for modeling and data mining of a given research area. The main task of the system is modeling and data mining of a given area of study. Its peculiarity is the ability to dynamically modify model algorithms at runtime, the use of universal mechanisms for loading data, saving and displaying results, as well as the ability to create reusable components based on design patterns, with a clear separation of duties and interaction protocols. Currently, a number of models are being developed for this system for diagnosing conditions and managing the safety of technological processes in industrial production.

Keywords: system analysis, intelligent system, modeling, model, algorithm, class, decomposition, database, decision making, design patterns, state diagnostics, industrial facility.

Тоичкин Николай Александрович

Кандидат технических наук, Мурманский
арктический государственный университет,
Апатиты
toichkin@list.ru

Аннотация. В работе представлено описание проекта информационной системы, предназначенной для моделирования и интеллектуального анализа данных заданной области исследования. Ее особенность состоит в возможности динамической модификации алгоритмов модели на этапе выполнения, использовании универсальных механизмов загрузки данных, сохранения и отображения результатов, а также возможность создания повторно используемых компонент, на основе паттернов проектирования, с четким разделением обязанностей и протоколами взаимодействия. В настоящее время для данной системы разрабатывается ряд моделей по диагностике состояний и управления безопасностью технологических процессов промышленных производств.

Ключевые слова: Системный анализ, интеллектуальная система, моделирование, модель, алгоритм, класс, декомпозиция, база данных, принятие решений, паттерны проектирования, диагностика состояний, промышленный объект.

Введение

Любая сложная динамическая система представляет собой совокупность процесс: происходящих в ней. Каждый из них постоянно порождает, изменяющиеся во времени, набор: параметров, ассоциированные с данным процессом, которые могут быть разнесены как во времени, так и в пространстве. Анализируя наборы параметров процессов, и моделируя их развитие, можно построить модель всей системы. Результатом моделирования является информация нового качества, которая характеризуется меньшей степенью неопределенности знаний об исследуемой системе. Новая информация используется для поддержки принятия решений в рамках необходимых задач предметной области. Таким образом, актуальной

является задача создания интеллектуальной информационной системы анализа и моделирования (ИИС АМ), которая предоставляет возможности исследования моделей динамических процессов и систем различной природы.

Основные требования, выявленные на этапе анализа вариантов использования, проектируемой системы:

- ◆ вариативность конфигурации алгоритмов, составляющих модель, в процессе ее исследования;
- ◆ организация универсального интерфейса доступа к данным;
- ◆ расширение базы моделей и алгоритмов;
- ◆ организация эргономичного интерфейса с пользователем;

¹ Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 122060900083–7 государственной регистрации в ЕГИСУ НИОКР.

² The study was carried out within the framework of the initiative R&D No. 122060900083–7 of the state registration in the EGISU R&D.

- ◆ проектирование отдельных компонент и алгоритмов с условием организации их функционирования в многопоточном режиме;
- ◆ межъязыковое взаимодействие реализуемых алгоритмов и организация вычислительной кооперации на базе открытых фреймворков распределенных вычислений;
- ◆ оптимальное использование памяти в процессе моделирования и встроенные возможности сериализации и десериализации объектных моделей для реализуемых решений.

Структурная декомпозиция системы

При проектировании ИИС АМ необходимый контроль сложности проводился на основе функционально-целевой декомпозиции, следствием чего стало малое количество программных компонент, четкое распределение обязанностей и правил взаимодействия.

На основе анализа вариантов использования системы, определены следующие основные ее компоненты: провайдер — поставщик данных, модуль построения доменной модели, модуль сценарной логики моделей, модуль взаимодействия с внешним хранилищем, подсистема визуализации моделей, менеджер распределенных вычислений, архитектурный домен.

Рассмотрим функциональное назначение основных компонент системы;

Провайдер — поставщик данных выполняет функции передачи данных для менеджера анализа записи их в базу данных (БД) в формате, определяющем обобщенный интерфейс работы с записями, по которому осуществляются все запросы других компонентов системы. Провайдер организует работу с известными ему форматами через данный интерфейс, который инкапсулирует реализации методов доступа к источникам данных.

Модуль построения доменной модели — отвечает за создание программных абстракций, называемых моделями предметных областей и включает компоненты, моделирующие предметную область

Модуль сценарной логики моделей — определяет задачи, которые должно решить конкретное разрабатываемое приложение, и распределяет их между объектами, выражающими суть предметной области; это уровень применения различных сценариев использования доменной модели.

Модуль взаимодействия с внешним хранилищем — ответственный за сохранение, загрузку, поиск,

выборку, фильтрацию сущностей, т.е. предоставляющий доступ к хранилищу сущностей.

Менеджер анализа процессов выполняют расчет модели, сформированной пользователем из элементарных блоков и/или блоков-алгоритмов, хранящихся в библиотеке ИИС АМ, к исходным и/или промежуточным данным.

В спецификации проекта используются термины:

- ◆ элементарный блок (*primitive block*) — законченная процедура, для вычисления которой требуются промежуточные данные;
- ◆ блок-алгоритм (*block algorithm*) — композиция элементарных блоков.

Элементарные блоки и блоки-алгоритмы, описываются заданной спецификацией, определяющей их внутреннюю структуру, интерфейс подключения и композицию. Результаты работы менеджера записываются в БД.

Подсистема визуализации моделей подразделяется на низкоуровневый вывод (графических примитивов) и классы высокоуровневого вывода. Низкоуровневый вы осуществляется с использованием функций библиотеки *OpenGL*, а высокоуровневый — основан работе с буфером данных и методов, реализованных во внутренней структуре классов ИИС АМ. Для визуализации моделей используется тройка классов: {*Model* (модель), *View* (вид), *Controller* (контроллер)}. Подход *MVC* отделяет «вид» от «модели», устанавливая между ними протокол взаимодействия, согласно которому, модель может быть представлена несколькими видами обеспечивая ее различные представления. Класс «контроллер» позволяет изменять реакцию «вида» на действия пользователя, анализируя вывод, исследователь судит о состояниях системы и принимает необходимые решения в рамках поставленной задачи.

С учетом разнесенных в пространстве исходных данных, в системе присутствует компонента для поддержки распределенной обработки. Обеспечение согласованной работы отдельных компонентов возлагается на главный компонент — архитектурный домен.

Менеджер распределенных вычислений — обеспечивает разграничение и взаимодействие локальных и/или удаленных данных и алгоритмов в рамках вычислительной сети. Организует работу с базой блоков, блоков-алгоритмов и моделей с целью оптимизации проведения вычислительного процесса менеджером анализа.

Архитектурный домен — решает задачи взаимодействия отдельных подсистем через обмен сообщениями

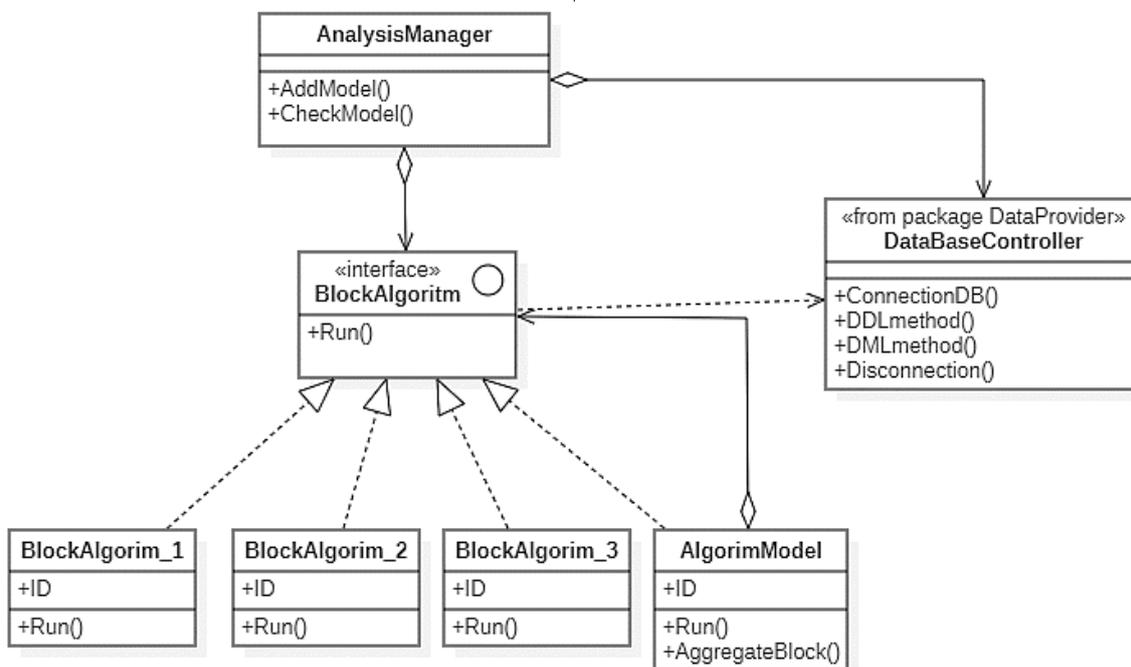


Рис. 1. Фрагмент диаграммы классов менеджера анализа процессов

ями, разграничивает их функциональность и координирует логику работы ИИС АМ.

Применение паттернов проектирования для создания компонент системы

Одним из, широко используемых на практике процессов разработки сложного программного обеспечения, является процесс, основанный на объектно-ориентированной методологии анализа и проектирования, что накладывает на него специфичные требования. Основным, из которых является анализ и синтез системы в терминах объектов, как активных программных элементов, каждый, из которых наделен набором операций, и способен взаимодействовать с другими объектами, в целях выполнения необходимой функциональности. Такой подход позволяет строить программные решения в соответствии с имеющимися представлениями о проблемной области, в результате чего возможно создание эффективных, модифицируемых и надежных программных систем. Процесс является итеративным, каждая из стадий, которого: формулировка требований, анализ, проектирование, реализация, тестирование, оценка — повторяется, с целью совершенствования полученных ранее результатов. Для визуального представления создаваемых моделей используется общецелевой язык визуального моделирования *UML*, в рамках которого представления о модели сложной системы фиксируются в виде графических диаграмм.

В результате систематизации процесса разработки конкретных систем, появляется возможность формулировки принципов организации архитектуры приложения, что приводит к использованию технологии шаблонов (паттернов) проектирования. Под паттернами понимается описание взаимодействия объектов и классов, адаптированных для решения обобщенной задачи проектирования в конкретном контексте. Преимуществом такого подхода является возможность повторного использования проектных решений, зарекомендовавших себя в тех или иных областях.

Рассмотрим применение технологии паттернов проектирования для компонент ИИС АМ: провайдер — поставщик данных; менеджер анализа процессов.

Для менеджера анализа процессов применяется паттерн компоновщик (composite), который компоует объекты в древовидные структуры для представления иерархий типа часть-целое и позволяет клиентам единообразно трактовать индивидуальные и составные объекты (рис.1). В результате появляется возможность применения рекурсивной композиции таким образом, что клиенту не придется проводить различие между простыми и составными объектами.

Ключом к паттерну компоновщик является абстрактный класс, который представляет одновременно и примитивы, и контейнеры.

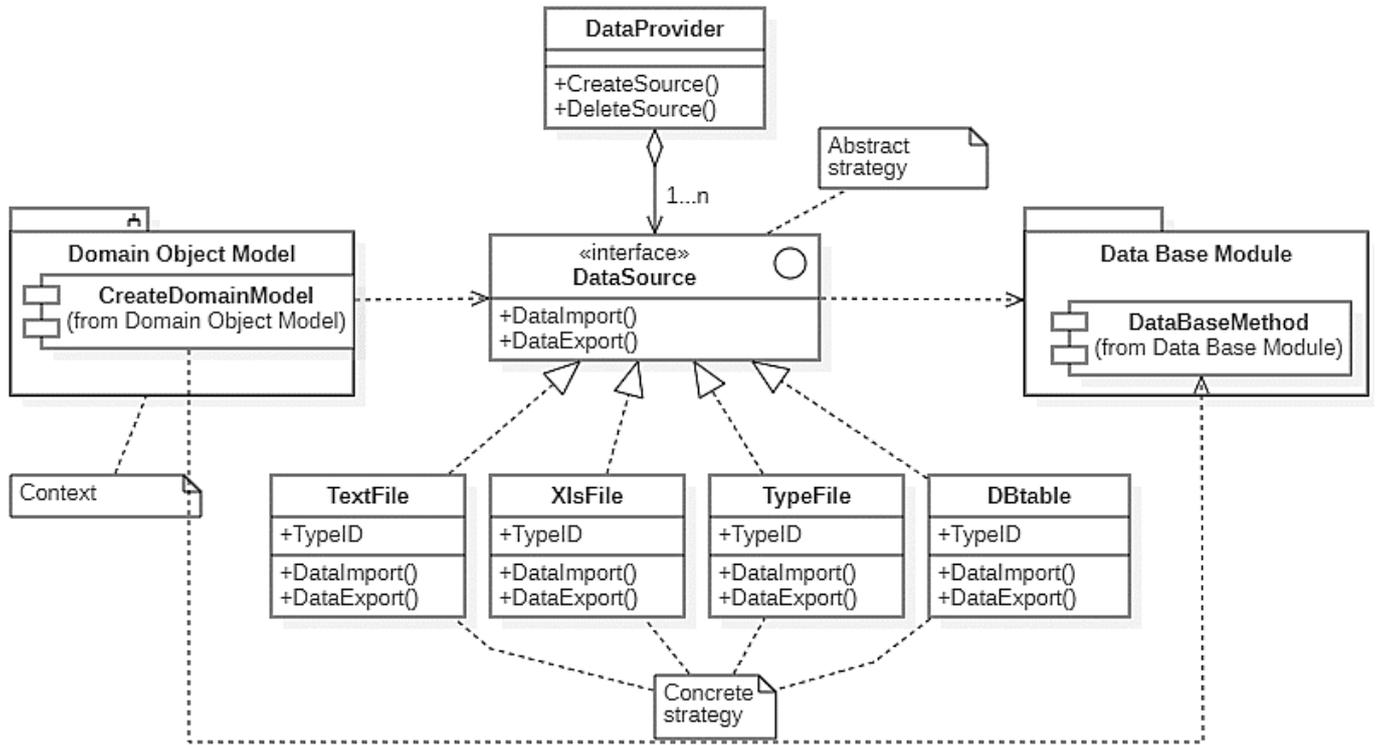


Рис. 2 Диаграмма классов для провайдера — поставщика данных

В данном примере интерфейс *BlockAlgorithm* предлагает унифицированный контракт для классов *BlockAlgorithm_1*, *BlockAlgorithm_2*, которые реализуют некоторые элементарные блоки, а также для класса — композита *AlgorithmModel*, который представляет собой рекурсивную композицию элементарных блоков и других *AlgorithmModel* блоков алгоритмов.

При разработке диаграммы классов компонента «Провайдер — поставщик данных», для целей реализации унифицированного интерфейса доступа к различным источникам данных и возможности взаимозаменяемости алгоритмов доступа, применяется паттерн стратегия. Данный паттерн определяет семейство алгоритмов, инкапсулирует каждый и: них, делает их взаимозаменяемыми и позволяет изменять алгоритмы независимо от клиентов, которые ими пользуются, что дает возможность клиенту применять тот или иной алгоритм в зависимости от обстоятельств (рис.2).

Участники паттерна:

- ◆ абстрактная стратегия (*abstract strategy*) — абстрактный класс, который определяет общий поддерживаемый для всех алгоритмов интерфейс;
- ◆ конкретная стратегия (*concrete strategy*) — класс, реализует алгоритм, использующий интер-

фейс, объявленный в классе абстрактной стратегии;

- ◆ контекст (*context*) — клиент, использует алгоритм, реализованный конкретной стратегией, хранит ссылки на объекты класса абстрактной стратегии.

В качестве конкретных стратегий в данном случае выступают классы, реализующие алгоритмы доступа к различным источникам данных: текстовым файлам, файлам электронных таблиц типизированным файлам, файлам баз данных (*TextFile*, *XlsFile*, *TypeFile*, *DBtable*).

Особенности организации модели в ИИСАМ

Модель в ИС АМ представляет собой некоторую начальную композицию элементарных блоков и/или блоков-алгоритмов, и может использоваться не только для моделирования процессов в некоторой области исследований, но и как система изучения первоначальной построенной модели.

Проводя расчеты текущей модели, исследователь может варьировать композицию элементарных блоков для более точного представления системы. Во многих системах моделирования для внесения изменений

в модель, необходимо заново переписывать ее программную реализацию. ИИС АМ предлагает для исследователя иной подход:

- ◆ руководствуясь спецификацией по созданию новых блоков-алгоритмов и обладая навыками программирования, декомпозировать ранее разработанную модель на алгоритмы и элементарные блоки, и реализовывать их в виде подключаемых к системе модулей;
- ◆ комбинировать реализованные блоки-алгоритмы согласно своей модели;
- ◆ проводить дальнейшее совершенствование модели, оперируя не отдельными низкоуровневыми командами, а более высокоуровневыми блоками.

Данный подход позволяет исследователю не задумываться о многих низкоуровневых задачах программирования, таких как: слежение за размерностью массивов, форматов их хранения, управления памятью и многих других, а сосредоточиться только на моделируемой предметной области.

В рамках области научных изысканий, исследователь получает возможность повторного использования в модели ранее созданных блоков-алгоритмов иными разработчиками.

Отличительной особенностью, проектируемой ИИС АМ является, то, что перед прогонкой модели, исследователь выбирает какие промежуточные результаты и как необходимо визуализировать. Это позволяет обеспечить оптимальное использование оперативной памяти и дискового пространства, в случае если пользователю не требуется сохранять какие-либо промежуточные данные, система автоматически будет повторно использовать данную область памяти. Все манипуляции по выбору способов сохранения и выводу промежуточных и заключительных данных моделирования исследователь указывает при формировании модели.

Можно выделить два основных режима работы ИИС АМ:

- ◆ режим непосредственного моделирования, при котором загруженная и рабочая модель используется по прямому назначению, производя обработку поступающих данных в реальном режиме времени для получения информации нового качества с целью поддержки принятия решений;
- ◆ режим анализа и совершенствования модели, при котором исследователь видоизменяет внутреннюю композицию блоков-алгоритмов, составляющих модель, и выполняет для нее историческое моделирование, с целью построения более адекватной модели исследуемой области;

Необходимо отметить, что система предоставляет создание и вычисление произвольного количества моделей, поэтому вышеперечисленные режимы могут быть как независимыми, так и дополнять друг друга. ИИС АМ позиционируется как система моделирования и исследования моделей сложных динамических систем (физических, технологических, экономических, социальных) и может быть использована:

- ◆ сторонним исследователем для проведения изысканий в какой-либо предметной области;
- ◆ группой специалистов, работающих в рамках исследования одной сложной системы или класса систем, возможно, разнесенных в пространстве;
- ◆ несколькими группами исследователей, относящихся к различным институтам, работающих в рамках сходных задач.
- ◆ теории фазовых переходов статистической физики.

Заключение

В настоящее время разработаны ряд моделей, по управлению безопасностью химико-технологических процессов, которые могут быть в дальнейшем включены в проектируемую ИИС АМ.

В работе:

- ◆ [1,2] рассматривается методика построения дискретных диагностических моделей на основе нечетких множеств и пример использования ситуационной экспертной системы с нечеткой логикой для диагностики узла контактирования производства слабой азотной кислоты.
- ◆ [3,4] разработана модель количественной оценки уровня безопасности на основе индекса безопасности, использующая математический аппарат теории нечетких множеств. Введено понятие центра безопасности и на его основе разработан новый критерий оценки состояний — индекс безопасности. Данный критерий характеризует степень включения текущей ситуации в область технологических режимов центра безопасности.
- ◆ [5] разработана модель раннего выявления зарождающихся отказов, осуществляющая поиск сигнатур, характеризующих степень близости момента наступления фазового перехода технологических параметрах процесса. Для описания изменений состояний системы используется аппарат теории случайных процессов, совместно с методами

Дополнительные исследования по данному проекту затрагивают область программной разработки ИИС АМ и создания новых моделей, для исследования сложных динамических систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатиков, В.Н. Диагностика состояний и управление технологической безопасностью непрерывных химико-технологических процессов на основе дискретных моделей: специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Богатиков Валерий Николаевич. — Апатиты, 2002.
2. Методология управления технологической безопасностью непрерывных химико-технологических процессов на основе дискретных моделей / В.Н. Богатиков [и др.]; Федер. агентство по образованию Рос. Федерации, Новомоск. ин-т, Рос. хим. — технол. ун-т им. Д.И. Менделеева. — Новомосковск (Тул. обл.): Новомоск. ин-т РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 187 с.
3. Тоичкин, Н.А. Диагностика состояний и управление технологической безопасностью с использованием индекса безопасности (на примере цеха выпарки производства хлора и каустика): специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тоичкин Николай Александрович. — Апатиты, 2006. — 20 с.
4. Построение системы оценки состояний на основе индекса безопасности процесса выпаривания производства каустической соды / Н.А. Тоичкин, В.В. Алексеев, Д.П. Вент [и др.] // Программные продукты, системы и алгоритмы. — 2015. — № 3. — С. 3.
5. Охота С.В. Использование подходов статистической физики для управления безопасностью химико-технологических систем // Вестник Костромского Государственного Университета им. Некрасова, 2006, Том 12, № 11, С.27–29.

© Тоичкин Николай Александрович (toichkin@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Мурманск

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ ПАРОНАГРЕВАТЕЛЯ

Ядрышников Олег Дмитриевич

Старший преподаватель, соискатель,
Новосибирский государственный технический
университет (НГТУ)
yadryshnikov@corp.nstu.ru

MAIN PROBLEMS OF STEAM HEATER THERMAL PROCESS CONTROL

О. Yadryshnikov

Summary. The problems faced by designers of control systems for a heat engineering object such as a steam heater are discussed in this article. The peculiarity of this class of objects is the change of its parameters during operation and the presence of a delay, which makes it difficult to choose a regulator and ensure the required quality of the system. The paper proposes a plan for the formation of knowledge about the object, which includes splitting the set of parameters of the object into groups in order to further synthesize the regulator for each specific group. Two possible variants of such splitting of parameters are distinguished: the simplest and analytical. Using the example of a steam heater, the parameters of which vary depending on temperature, the division into three main groups of parameters is shown and the corresponding object models are presented in the form of transfer functions of various orders.

Keywords: thermal processes, steam heater, control problems, robust control, adaptive control.

Аннотация. В статье обсуждаются проблемы, с которыми сталкивается проектировщик систем управления теплотехническим объектом типа паронагревателя. Особенностью данного класса объектов является изменение его параметров во время функционирования и наличие запаздывания, что затрудняет выбор регулятора и обеспечение требуемого качества работы системы. В работе предлагается план формирования знаний об объекте, который включает в себя разбиения множества параметров объекта на группы с целью дальнейшего синтеза регулятора для каждой конкретной группы. Выделяются два возможных варианта такого разбиения параметров: простейший и аналитический. На примере паронагревателя, параметры которого меняются в зависимости от температуры, показано разбиение на три основных группы параметров и представлены соответствующие им модели объекта в виде передаточных функций различного порядка.

Ключевые слова: тепловые процессы, паронагреватель, проблемы управления, робастное управление, адаптивное управление.

Введение

Управление тепловыми процессами паронагревателя является актуальной и трудоемкой задачей, так как такие объекты относятся к устройствам, обеспечивающим комфортные условия проживания людей в областях с холодным климатом. Особенностью паронагревателя является наличие запаздывания в канале управления. Следует отметить, что большинство технических объектов имеет задержку, и если ее не учитывать, то это, как правило, приводит к значительному отличию практических результатов от полученных теоретически или при моделировании.

Усложняет задачу управления объектами с запаздыванием наличие неопределенности или изменение параметров объекта во время их функционирования [1, 5, 7]. Существенное изменение этих параметров может привести к нарушению работы системы с рассчитанным регулятором, а также к нештатным ситуациям на предприятии.

При проектировании регуляторов для подобного типа устройств необходимо применять методы робастного управления [2–6], обеспечивающие успешное управление объектом при всех возможных вариантах изменения его параметров. Робастный регулятор дол-

жен обеспечить устойчивую работу системы с приемлемым качеством при условии, что параметры модели объекта изменяются, или известны недостаточно точно. Однако робастный подход не позволяет сформировать универсальный регулятор, который обеспечивал бы решение поставленной задачи при любых возможных сочетаниях параметров модели объекта. В отличие от робастного управления адаптивные регуляторы [7–8] могут изменять свои параметры в зависимости от текущих параметров модели объекта. Класс задач, которые могут быть решены таким путем, существенно шире [8–12], а результаты могут быть значительно лучше. Основная трудность реализации адаптивных систем состоит, во-первых, в определении текущей модели объекта, а во-вторых, в расчёте для этой текущей модели наилучшего (или приемлемого) регулятора.

Упрощение решения подобной задачи может быть достигнуто путем разбиения возможных математических моделей объекта на счетное множество с последующим использованием робастного управления в пределах этого множества. В этом случае частная подзадача робастного управления решается значительно проще по сравнению с попыткой обеспечения требуемых свойств системы с помощью единственного робастного регулятора. Детальная идентификация всех параметров объекта в этом случае уже не требуется, поскольку достаточно обеспечить лишь распознавание характерных признаков модели объекта для отнесения ее к одному из предварительно выделенных классов.

Перспективным решением такой задачи является использование численных методов оптимизации [13–14]. В данной работе исследуется этот подход для формирования регулятора системы управления температурой пара паронагревателя в ситуации, когда параметры изменяются в зависимости от режима работы теплоэнергетической установки.

Описание объекта управления

В качестве объекта управления рассмотрим систему автоматического регулирования (САР) тепловыми процессами паронагревателя, в которой ключевым параметром регулирования является температура пара на выходе из энергетического котла или из цилиндра высокого давления турбины [15]. Регулирование температуры пара относится к важнейшим задачам автоматизации теплоэнергетических процессов, поскольку ее решение обеспечивает более долгий срок эффективной эксплуатации оборудования и увеличивает КПД теплоэнергетической установки. В зависимости от типа котла, конструктивных особенностей поверхностей нагрева, способа регулирования температуры и технологических режимов работы применяются различ-

ные схемы построения автоматических регуляторов температуры. К ним относятся каскадные (двух-, трех- и более контуров регулирования), схемы с опережающим скоростным сигналом (одно-, двух-, со сложным дифференциатором) и их гибриды. Общей особенностью этих схем является значительное преимущество при использовании ПИД закона регулирования. Вместе с тем, указанные САР температуры пара с ПИД регуляторами более чувствительны к отклонению от оптимума их настройки и поэтому предъявляют более жесткие требования к правильности выбора этих параметров. Высокая чувствительность настроек вызвана возможными изменениями динамики объекта регулирования.

Вариации параметров объекта регулирования (пароперегревателя) в широких пределах при изменении нагрузки (расход пара на турбину) котла (в динамике) объясняются изменением тепловосприятия конвективной и радиационной частей нагрева металла пароперегревателя. Кроме того, изменения параметров объекта возможны и в статике при длительной эксплуатации вследствие загрязнения поверхностей нагрева, изменения свойств металла со временем. Регулятор температуры пара должен поддерживать температуру с максимально возможной точностью во всех возможных режимах работы энергетического оборудования с указанными особенностями объекта регулирования.

Полагаем, что в общем случае математическая модель паронагревателя имеет вид

$$W_O(s) = \frac{k}{(T_1s + 1)(T_2s + 1) \dots (T_ns + 1)} \exp\{-s\tau\}, \quad (1)$$

где k — коэффициент усиления; T_i — постоянные времени, $i = \overline{1, n}$; n — порядок модели; τ — постоянная времени звена запаздывания. Параметры модели объекта известны не точно и могут произвольным образом изменяться в некоторых ограниченных диапазонах: $0 \leq k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$, $0 \leq T_{i\min} \leq T_i \leq T_{i\max}$, $0 \leq \tau_{i\min} \leq \tau_i \leq \tau_{i\max}$. Темп изменения этих параметров относительно медленный по сравнению с темпом переходных процессов в объекте.

Постановка задачи управления

Цель управления заключается в обеспечении на выходе системы предписанного значения температуры, т.е. выходной сигнал $Y(t)$ должен с требуемой точностью соответствовать заданию $V(t)$. Отметим, что в теплоэнергетических установках возмущения часто носят случайный и недетерминированный характер, а также не всегда доступны для контроля. В случае САР температуры пара такие возмущения возникают со стороны топочной камеры: аэродинамика потоков сгораемого

газа, организация сжигания топлива и его качественный состав. В этой ситуации выходной сигнал содержит возмущение и может быть представлен в виде

$$Y(t) = X(t) + H(t), \quad (2)$$

где $H(t)$ — неизвестное возмущение, $X(t)$ — управляемая компонента выходного сигнала, которую запишем в операторной форме

$$X(s) = W_O(s)U(s), \quad (3)$$

где $W_O(s)$ — передаточная функция объекта (1); $U(s)$ — управление.

Разработка устройства, формирующего сигнал управления $U(t)$ на основе задания $V(t)$ и выходного сигнала $Y(t)$, является задачей синтеза регулятора. Как правило, модель регулятора представляется в виде линейной передаточной функции $W_R(s)$, на вход которой подается разница между предписанным сигналом и выходным сигналом, называемая ошибкой управления

$$E(t) = V(t) - Y(t). \quad (4)$$

Если параметры передаточной функции (1) изменяются во времени, то робастный регулятор остается неизменным, тогда как адаптивный регулятор должен изменяться в зависимости от этих изменений, т.е.

$$W_R(s) = W_R(s, n, k, T, \tau). \quad (5)$$

Кусочно-робастный регулятор в нашей концепции — это регулятор, математическая модель которого зависит от одного параметра — номера подмножества, к которому отнесено текущее состояние модели объекта. Наиболее распространенным является типовой ПИД регулятор

$$W_R(s) = k_p + k_i / s + k_d s, \quad (6)$$

где k_p, k_i, k_d — коэффициенты его соответствующих составляющих. В случае кусочно-робастного регулятора эти коэффициенты могут быть фиксированными для наперед заданного подмножества параметров объекта.

Разбиение параметров объекта на подмножества

В данном разделе рассмотрим один из возможных вариантов разбиения диапазона значений параметров объекта управления на подмножества, что необходимо для определения коэффициентов робастного регулятора для каждой подобласти. Один из простейших вариантов разбиения заключается в разбиении

области допустимых значений каждого из изменяющихся параметров. Например, если в (1) n — целое число в диапазоне от 3 до 5, то автоматически получаем разбиение на три подмножества по этому параметру. Непрерывно изменяющиеся параметры T, k и τ могут быть разбиты на произвольное количество интервалов. Для простоты сначала можно рекомендовать разбиение интервалов на два при отсутствии весомых оснований для другого выбора. Если в результате решения задачи окажется, что такого разбиения недостаточно, то следует применить более мелкое дробление интервалов по одному или нескольким из выбранных параметров.

Более точный подход заключается в отыскании закономерностей совместного влияния параметров на качество системы и, соответственно, на выбор регулятора. С этой целью может быть использован аналитический анализ влияния этих параметров или объединение получаемых регуляторов по результатам их численной оптимизации. Заметим, что аналитический метод в общем виде разработать затруднительно, а объединение по результатам оптимизации может быть достаточно просто формализовано.

Для выполнения разбиения параметров объекта управления на группы можно предложить следующие поэтапные действия.

1. Если интервал содержит небольшое количество параметров, то применяется простейшее дробления на подынтервалы.
2. Для обработки оставшихся параметров после простого дробления используется аналитический метод разбиения.
3. Пример разбиения параметров объекта при отсутствии запаздывания.

Будем полагать, что объект (1) имеет первый порядок и отсутствует запаздывание, т.е. $n = 1, \tau = 0$. Для такого объекта увеличение постоянной времени T в m раз приводит к такому же смещению высокочастотной части амплитудно-частотной характеристики, как уменьшение его коэффициента k в m раз. В этой ситуации можно всю область допустимых значений T и k разбить по значениям произведения $G = Tk$ на определенное количество интервалов (желательно, равных в логарифмическом масштабе). Обозначим через G_1 минимальное значение произведения ($G_1 = k_{\min} T_{\min}$), а через G_4 — максимальное значение ($G_4 = k_{\max} T_{\max}$) и разобьем область параметров на три интервала. В этом случае целесообразно выбрать два внутренних граничных значения интервала G_2 и G_3 , удовлетворяющих условию

$$G_2 / G_1 = G_3 / G_2 = G_4 / G_3. \quad (7)$$

Аналогичный результат получается, если как интервал допустимых значений коэффициентов, так и интервал допустимых значений постоянных времени разбить на два (k_{min}, k_{max} и T_{min}, T_{max}). Это дает четыре области, соответствующие четырем разным парам сочетаний значений регуляторов: $Q_1 = \{k_{min}, T_{min}\}$, $Q_2 = \{k_{min}, T_{max}\}$, $Q_3 = \{k_{max}, T_{min}\}$, $Q_4 = \{k_{max}, T_{max}\}$.

Пример разбиения на подмножества параметров паронагревателя

Рассмотрим теперь модель паронагревателя (1). В зависимости от температуры пара порядок объекта (1) изменяется от 3 до 5, при этом постоянная времени T изменяется в диапазоне от 63,5 до 68,5, запаздывание t

$$W_{O1}(s) = \frac{2,8}{(63,5s + 1)(64s + 1)(64,5s + 1)} \exp\{-s16\}. \quad (8)$$

Для режима Q_2 получим следующую передаточную функцию объекта:

$$W_{O2}(s) = \frac{3,2}{(66,5s + 1)(67s + 1)(67,5s + 1)(67s + 1)} \exp\{-s17\}, \quad (9)$$

а для Q_3 имеем

$$W_{O3}(s) = \frac{3,4}{(67,5s + 1)(68s + 1)(68,5s + 1)(67,5s + 1)(68,5s + 1)} \exp\{-s19\}. \quad (10)$$

Следующим этапом является расчет регулятора для каждого из вариантов моделей (8), (9) или (10).

Дальнейшие исследования предполагают идентификацию параметров объекта (отнесение к одной из трех выделенных групп) и переключение на один из рассчитанных регуляторов. Таким образом, может быть сформирован кусочно-робастный регулятор, обеспечивающий требуемое качество работы системы при изменении параметров объекта.

Заключение

В работе рассмотрен класс объектов с переменными параметрами, которые изменяются относительно медленно в ограниченном диапазоне. С целью упрощения последующего расчета робастного регулятора предложено множество параметров объекта разделить на отдельные подгруппы, соответствующие характерным режимам работы. Такое разделение рекомендуется проводить в два этапа: сначала применяется простейшее дробления на подынтервалы, а затем используется аналитический метод обработки параметров.

Разделение на группы показано на примере паронагревателя, параметры которого меняются в зависимости от температуры. В результате для него получены три модели в виде передаточных функций различного порядка, соответствующих выделенным группам параметров объекта. Это позволит в дальнейшем осуществлять синтез робастных регуляторов для каждой области и обеспечить эффективное управление тепловыми процессами паронагревателя.

ЛИТЕРАТУРА

- Zhmud V.A., Yadrishnikov O.D., Roth H. Comparison of tabular and numerical methods of designing regulators for control of objects with delay // Journal of Physics: Conference Series — 2019. — Vol. 1210. — Art. 012169 (7 p.).
- Gogol I.V., Zhukov I.V., Remizova O.A., Fokin A.L. Robust control objects with delayed admission by the extended model // Studies in Systems, Decision and Control. 2022. T. 418. C. 189–197.
- Ядрышников О.Д. Сравнение наиболее цитируемых методов проектирования регуляторов для управления объектами с запаздыванием // Автоматика и программная инженерия — 2016. — № 2 (16). — С. 62–68.
- Гоголь И.В., Ремизова О.А., Сыровкашин В.В., Фокин А.Л. Синтез робастных регуляторов для объекта с запаздыванием с использованием традиционных законов регулирования // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2019. Т. 62. № 3. С. 199–207.
- Zhmud V.A., Reva I.L. and Dimitrov L.V. Design of robust systems by means of the numerical optimization with harmonic changing of the model parameters // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 2017. С. 012185.
- Frantsuzova G.A., Vostrikov A.S. PID controller design for a second-order nonlinear plant // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. — 2019. — Vol. 55, iss. 4. — P. 364–370
- Жмудь В.А., Полищук А.В., Заворин А.Н., Ядрышников О.Д. Адаптивная система для регулирования и стабилизации физических величин // Патент на изобретение RU 2522899 С1, 20.07.2014. Заявка № 2012152697/08 от 06.12.2012.
- Khalid A., Zeb K., Haider A. Conventional PID, adaptive PID, and sliding mode controllers design for aircraft pitch control // В сборнике: 2019 International Conference on Engineering and Emerging Technologies, ICEET 2019. 2019. С. 8711871.
- Ермолаев А.И., Плехов А.С., Стрелков В.Ф., Титов Д.Ю. Адаптивная система управления виброзащитными гидропорамы с магнитореологическим трансформатором // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. 2017. № 3 (118). С. 71–80.

10. Колбасин А.М., Марсов В.И., Айсина Л.Р., Селезнев В.С. Адаптивная система управления дозаторами непрерывного действия на основе информации о текущем расходе сыпучего материала // Автоматизация и управление в технических системах. 2015. № 4–1 (16). С. 3.
11. Абакумов А.М., Степашкин И.П. Адаптивная система автоматического управления технологическим процессом охлаждения природного газа // Проблемы и перспективы студенческой науки. 2018. № 1 (3). С. 57–59.
12. Zhmud V.A., Pyakillya B.I., Semibalamut V.M., Trubin M.V. and Yadrishnikov O.D. The two methods of reverse overshoot suppression in automation systems // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering — 2017. — Vol. 9, № 2–2. — P. 153–157.
13. Воевода А.А., Жмудь В.А., Заворин А.Н., Ядрышников О.Д. Сравнительный анализ методов оптимизации регуляторов с использованием программных средств VISSIM и MATLAB. // Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. № 9. С. 37–43.
14. Жмудь В.А., Ядрышников О.Д. Численная оптимизация ПИД-регуляторов с использованием детектора правильности движения в целевой функции // Автоматика и программная инженерия. 2013. № 1 (3). С. 24–29.
15. Динамические характеристики энергоблока 180МВт. Котлоагрегат ТПЕ-214 (Еп-670–13,8–545КТ). Турбина паровая Т-180/210–130. ОАО «НовосибирскЭнерго», Новосибирск, 2001.

© Ядрышников Олег Дмитриевич (yadrishnikov@corp.nstu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Новосибирский государственный технический университет

ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ

Ярыгин Павел Константинович

Аспирант, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва
yarygin_pavel@mail.ru

EVOLUTION OF THE DEVELOPMENT OF DECENTRALIZED ELECTRONIC PAYMENT SYSTEMS

P. Yarygin

Summary. The main purpose of this article is to study the development of electronic payment systems, namely decentralized electronic payment systems. The article describes the principles of operation and payment schemes using electronic payment systems (EPS) — centralized and decentralized. The mechanisms of operation of decentralized EPS are considered on the example of the most popular cryptocurrencies at the moment — Bitcoin and Ethereum. The classification of digital money and its varieties is also given. At the end of the article, new areas of application of distributed registry technologies are described — their use in national digital currencies. Thus, we can say that decentralized electronic payment systems are an important technology that is already seriously changing the existing world economic order.

Keywords: electronic payment system, distributed registry technology, decentralized electronic payment system, digital money, national digital currency.

Аннотация. Главной целью данной статьи является исследование развития электронных платежных систем, а именно децентрализованных электронных платежных систем. В статье приводится описание принципов работы и схемы расчетов с помощью электронных платежных систем (ЭПС) — централизованной и децентрализованной. Механизмы работы децентрализованных ЭПС рассмотрены на примере самых популярных на данный момент криптовалют — Bitcoin и Ethereum. Также приводится классификация цифровых денег, их разновидности. В конце статьи описаны новые области применения технологий распределенного реестра — использование их в национальных цифровых валютах. Таким образом, можно сказать, что децентрализованные электронные платежные системы — важная технология, которая уже сейчас серьезно изменяет существующий мировой экономический порядок.

Ключевые слова: электронная платежная система, технология распределенного реестра, децентрализованная электронная платежная система, цифровые деньги, национальная цифровая валюта.

Введение

Электронная платежная система (ЭПС) — это система, которая позволяет проводить транзакции и оплачивать товары и услуги через электронный носитель, такой как банковская карта, мобильное приложение или интернет-банкинг, без необходимости использовать бумажные деньги или чеки. За последние годы ЭПС стали очень популярными из-за распространения интернет-банкинга и онлайн-покупок. Развитие технологий привело к улучшению и расширению систем обработки платежей, и по мере роста их надежности количество проверок и операций с наличными

деньгами и дальше будет снижаться. С распространением сети Интернет электронная коммерция обрела глобальные масштабы и сейчас уже вся современная экономика неразрывно связана с электронной коммерцией.

Предмет исследования

Схема централизованной ЭПС

Большинство электронных платежных систем являются централизованными. Это значит, что в ней есть центральный расчётный агент — посредник, который

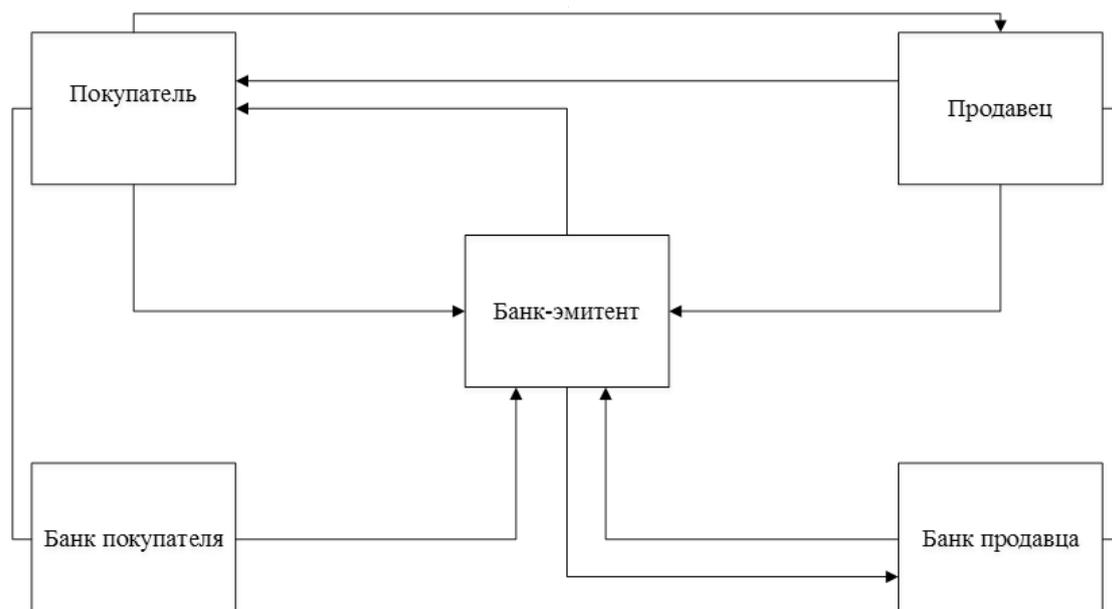


Рис. 1. Схема расчёта цифровыми деньгами

оказывает услуги по проведению расчётов. Примерная схема расчета цифровыми деньгами в централизованной электронной платежной системе представлена на рисунке 1.

Цифровая купюра состоит из номинала, серийного номера и электронной цифровой подписи банка-эмитента [1].

Покупатель (клиент А) формирует заготовку цифровой купюры, где стоит его собственная ЭЦП, и отправляет её в банк-эмитент. Банк, зная открытый ключ клиента А, идентифицирует его, удаляет подпись, ставит свою ЭЦП, вычитает со счёта клиента А нужную сумму и отправляет цифровую купюру. Получив обратно цифровую купюру, покупатель может заплатить за товар продавцу (клиенту В), переслав её, предварительно подписав своей ЭЦП. Клиент В проверяет подпись клиента А, удаляет её и отправляет в банк-эмитент. Банк-эмитент проверяет, не была ли использована эта купюра, и заносит её в список использованных купюр.

В рассмотренной схеме не обеспечивается анонимность платежей, так как банк знает номера купюр. Поэтому Д. Чаум предложил протокол слепой подписи [1]. В этом случае клиент А скрывает от банка номер купюры при отправлении заготовки. Если в будущем данная купюра будет предъявлена в банк, то банк обязан её принять, потому что на купюре находится подпись банка. Как и прежде, банк вносит номер этой купюры в список купюр, предъявленных для оплаты, но он не способен определить, кто передал эту купюру. Во время

подписания купюры банк не видел ее номер, поэтому не может привязать купюру к конкретному клиенту.

Технология распределенного реестра

Технология распределенного реестра (Distributed Ledger Technology, DLT) представляет собой новый подход к созданию баз данных, главной особенностью которого является отсутствие единого центра управления — запись и хранение данных о транзакциях происходят не на одном централизованном сервере, а на нескольких узлах сети независимо друг от друга. Каждый узел в сети имеет копию главного реестра, а новые транзакции проверяются и записываются консенсусом узлов [2]. Это создает безопасную и прозрачную запись всех транзакций в сети.

Блокчейн — является одной из разновидностей DLT, которая использует серию блоков для хранения данных безопасным и децентрализованным способом. Блоки соединены друг с другом в цепочку, и данные, хранящиеся в каждом блоке, помечены временем и проверены сетью компьютеров, составляющих блокчейн. Другие похожие DLT-решения используют не блочную структуру, а, например, ациклические графы или хешграфы.

Блокчейн — это технология децентрализованного хранения и распределенного внесения записей о транзакциях без необходимости в каком-то центральном органе (посреднике). Блокчейн основан на криптографических методах защиты информации — каждый блок цепочки содержит криптографический хэш, ко-

торый связывает его с предыдущим блоком в цепочке, создавая неизменяемую запись всех транзакций. Данные хранятся в компьютерной сети, и ни одна организация не имеет над ними контроля, что делает их устойчивыми к подделке и обеспечивает целостность каждой из цепочек блоков, содержащих данные о транзакциях.

Сеть работает с помощью механизмов консенсуса, которые гарантируют, что все участники согласны с действительностью транзакций, и могут включать подтверждение работы, подтверждение доли и другие механизмы [3].

Одной из ключевых особенностей блокчейна является его неизменяемость — как только блок был добавлен в цепочку, он не может быть изменен или удален. Это делает его высокозащищенной и прозрачной системой для хранения и проверки данных.

Технология блокчейн была впервые разработана в 2008 году как технология, лежащая в основе цифровой криптовалюты Биткойн (об этом далее будет подробно описано), однако с тех пор технология была адаптирована для использования в широком спектре приложений, выходящих далеко за рамки только криптовалют, включая управление цепочками поставок, системы голосования, ведение реестров жилищного имущества и так далее.

Вообще термин «Crypto Currensy», в переводе с английского означающий «криптовалюта», появился в журнале «Форбс» в 2011 году, и с тех пор название прочно вошло в обиход [4]. Единицей измерения в этой системе считаются «койны» (буквально — «монеты»). Криптовалюта не имеет никакого реального выражения в виде номинальных металлических монет или бумажных банкнот. Эти финансовые активы существуют исключительно в цифровом виде, поэтому рассматривать их лишь в качестве общепринятого средства оплаты некорректно. В первую очередь они — продукт развития информационной цифровой среды, регулирование оборота которого невозможно.

Децентрализованные ЭПС

Почти все электронные платежи в интернете осуществляются через финансовые организации, которые являются надежным третьим лицом в процессе транзакций. В большинстве случаев система работает хорошо, но тем не менее она основана на доверии, что является существенным недостатком. В связи с использованием посредников в финансовых транзакциях возникают проблемы с возвратом средств, а также увеличиваются расходы на транзакции. Это делает невозможным проведение полностью невозвратных платежей и не-

целесообразным проведение малых повседневных платежей. Кроме того, сервисам, которые предоставляют невозвратные услуги, необходимо использовать доверенных посредников, что увеличивает стоимость транзакций. Продавцы вынуждены быть предельно осторожными в отношении своих покупателей и запрашивать дополнительную информацию, что увеличивает затраты и вызывает сомнения. Эти затраты и проблемы можно избежать, используя обычные деньги, но в интернете отсутствует механизм безопасных платежей без доверенного посредника.

Bitcoin

Децентрализованные электронные платежные системы появились совсем недавно. Наибольшую популярность они обрели после выхода в свет статьи с описанием протокола Bitcoin, опубликованной в 2008 году Сатоши Накамото [5]. Сатоши Накамото объединил идеи нескольких предыдущих изобретений и создал систему электронных денег, которая полностью децентрализована. Одним из ключевых новшеств является алгоритм консенсуса Proof-of-Work, который позволяет добавлять новые блоки в блокчейн, подтверждать транзакции и верифицировать единую версию реестра во всех копиях, которые хранятся на отдельных узлах (нодах). Это стало возможно благодаря соединению нескольких технологий и идей.

Сеть Bitcoin была запущена в январе 2009 года на основе реализации, опубликованной Накамото, и с тех пор была улучшена сообществом. Сатоши Накамото покинул сообщество в апреле 2011 года, оставив ответственность за разработку кода на группу добровольцев. «Сатоши Накамото» — это псевдоним, а личность изобретателя или группы изобретателей Bitcoin до сих пор остается неизвестной. Но несмотря на это система Bitcoin полностью децентрализована и никому не подконтрольна. Это изобретение представляет собой новаторский подход и уже привело к развитию новой науки в области распределенных вычислений, экономики и эконометрики.

Главной целью создания Bitcoin было достижение свободы от контроля посредниками. Одними из главных проблем в стандартной централизованной модели являются отсутствие анонимности, полная зависимость от доверенного сервера и монополизация рынка. Bitcoin же является децентрализованной системой.

Количество биткойнов ограничено 21 миллионом, их не может быть больше (рис. 2) [6]. Никакое государство не может напечатать или обесценить биткойны, так как в соответствии с концепцией, биткойны принадлежат только пользователю, должны быть защищены

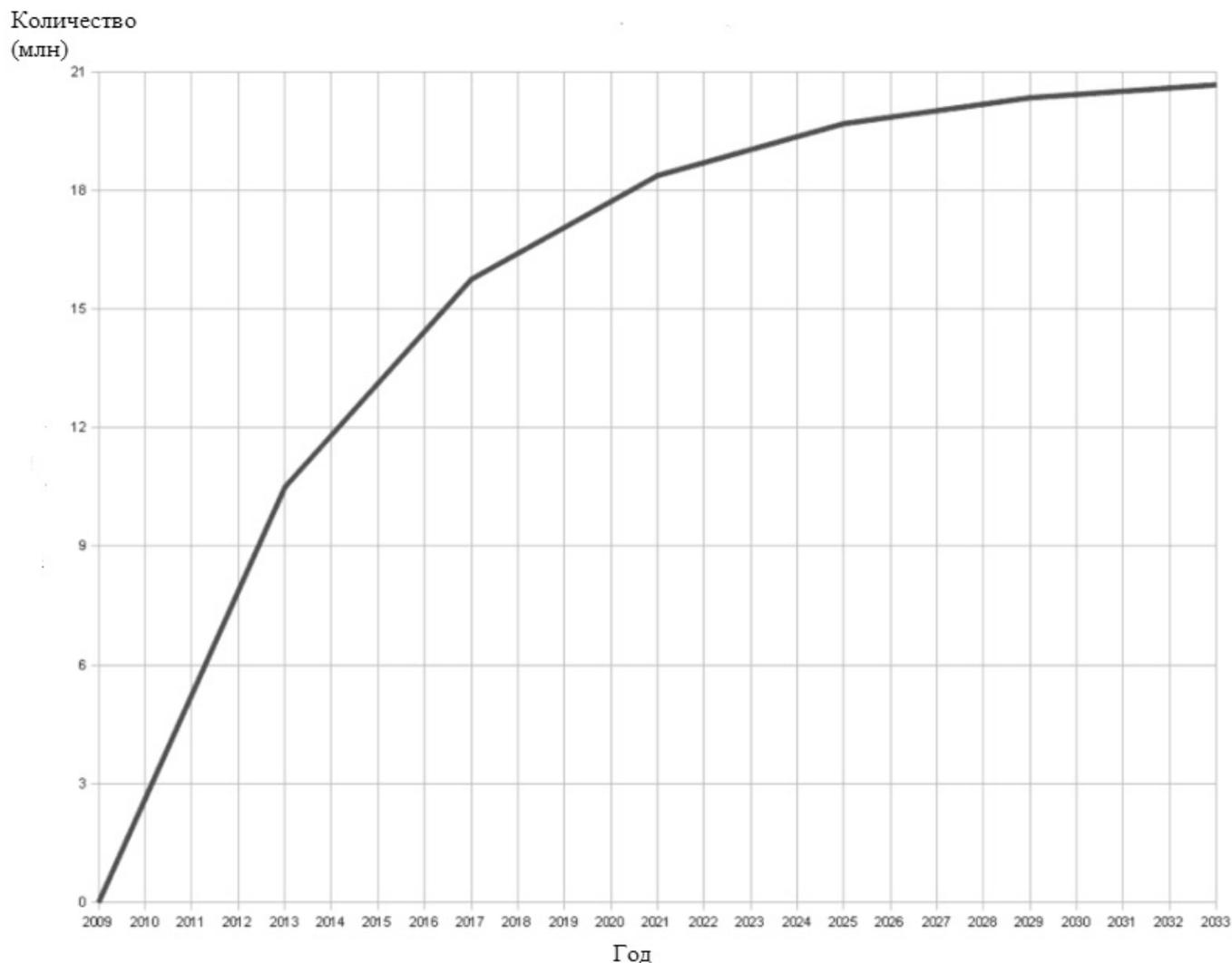


Рис. 2. График зависимости количества биткоинов от года

от подделки и могут использоваться для мгновенных платежей с любым человеком в любом месте, где есть доступ к сети. Ограниченность выпуска защищает валюту от инфляции.

Одно из главных свойств Bitcoin — это полная прозрачность, что означает, что все пользователи сети могут видеть всю цепочку блоков. Bitcoin — это виртуальная валюта, которую невозможно напечатать, она эмитируется путем процесса создания новых блоков, известного как майнинг, который выполняется с помощью специального программного обеспечения, основанного на инновационной технологии блокчейн. Блокчейн является основой этого уникального финансового феномена, который обеспечивает финансовую мощь криптовалюты. Глобальная сеть Bitcoin имеет уникальную структуру и механизм работы, и любой желающий может стать ее пользователем. За годы существования

Bitcoin образовалось сообщество, и криптовалютой можно зарабатывать, покупать товары и услуги, обменивать ее на другие валюты и торговать на криптовалютных биржах. Принцип добычи новых средств заключается в решении математических задач, и успешный майнер получает вознаграждение в Bitcoin. Однако с течением времени задачи становятся сложнее, требуется больше энергии и вычислительных мощностей, а размер вознаграждения уменьшается каждые 4 года. Поэтому люди объединяются в майнинг-пулы для увеличения дохода путем совместной работы. Полученное вознаграждение в Bitcoin делится между участниками в соответствии с их вкладами и затратами.

Ethereum

Ethereum — другая криптовалюта, построенная на блокчейне. По состоянию на апрель 2022 года явля-

ется второй по объему капитализации. Ethereum создан в 2015 году В. Бутериным и Г. Вудом [7]. Ethereum отличается от других криптовалют тем, что его создатели не ограничивают его функцию только как средство платежей. Вместо этого они предлагают его использовать как платформу для создания децентрализованных онлайн-сервисов. Например, его можно использовать для обмена ресурсами или регистрации сделок с активами при помощи смарт-контрактов.

Разработчики Ethereum следовали следующим принципам:

- ◆ простота: протокол Ethereum должен быть как можно более простым, даже ценой некоторого хранения данных или неэффективности по времени. Любая оптимизация, которая добавляет сложности, не должна включаться, если эта оптимизация не дает существенной выгоды;
- ◆ универсальность: фундаментальная часть философии дизайна Ethereum заключается в том, что Ethereum имеет внутренний язык сценариев, который программист может использовать для построения любого смарт-контракта или типа транзакции, которые могут быть математически определены;
- ◆ модульность: части протокола Ethereum должны быть сконструированы таким образом, чтобы они были максимально модульными и разделяемыми;
- ◆ гибкость: детали протокола Ethereum четко не установлены и могут меняться при необходимости.

Анализ новых областей применения

Цифровые деньги

Цифровыми деньгами принято называть валюты, которые существуют полностью в цифровой форме, без физического аналога, такого как наличные деньги. Операции с этими валютами обычно осуществляются онлайн или в электронном виде. Обычно в них применяются криптографические методы для обеспечения безопасности и проверки транзакций. Криптовалюты, такие как Bitcoin, Ethereum и Litecoin, представляют собой тип цифровой валюты, которая работает независимо от центрального банка и может использоваться для совершения покупок и отправки этих денег без необходимости в традиционном посреднике. Это децентрализованные криптовалюты.

В дополнение к криптовалютам существуют также централизованные цифровые валюты, такие как цифровой юань или цифровой евро, которые выпускаются

и поддерживаются национальными правительствами. Эти валюты предназначены для использования их в качестве альтернативы наличным деньгам и традиционным банковским счетам, и они могут подвергаться большему регулированию и надзору, чем децентрализованные криптовалюты.

Говоря про цифровые деньги, стоит перейти к рассмотрению понятия «цифровые финансовые активы» (ЦФА). Под ними следует понимать электронное финансовое средство, которым закрепляется совокупность имущественных и неимущественных прав, подлежащих, по аналогии с ценными бумагами, удостоверению, уступке и безусловному осуществлению: цифровые субъективные права (в т.ч. денежные требования); права на доход по эмиссионным ценным бумагам; права участия в капитале непубличного акционерного общества; право требовать предоставления эмиссионных ценных бумаг, предусмотренных решением о выпуске цифровых финансовых активов [8].

Ряд ученых полагает, что ЦФА являются любые активы, представленные в цифровой форме, которые обладают номиналом, эквивалентным конкретному стоимостному выражению, независимо от способа их выражения и наличия у держателя права собственности [9]. В контексте рассматриваемой интерпретации цифровые финансовые активы включают:

1. информационные активы:
 - ◆ структурированные цифровые данные (например, базы данных, отчетность юридического лица);
 - ◆ цифровой продукт, фактор стоимости которого обусловлен использованием специальных знаний (например, анализ сведений о финансовой отчетности);
2. инкапсулированные в цифровом формате инфраструктуры, расположенные в сетевом хранилище, наличием которых пользователю (субъекту цифрового права) предоставляется право получать некий информационный продукт (например, ведение учета, составление отчетности, анализ и т.д.) удаленно;
3. цифровые финансовые активы (в т.ч. криптовалюта, токены), которыми устанавливаются имущественные права собственников на виртуальные (информационные, цифровые) или реальные ценности (электронные деньги: фиатные и нефатные);
4. цифровые нефинансовые активы (в т.ч. виртуальное цифровое имущество, права доступа к электронным платформам, сервисам и пр.).

Криптовалюта, как и наличные деньги, является объектом для совершения платежей, и ее подлинность

может быть проверена без необходимости передачи дополнительной информации. В отличие от этого, электронные платежные системы, такие как Alipay и WeChat Pay, работают путем передачи прав на активы, хранящиеся где-то еще. Хотя это делает процесс платежа более удобным, но также требует развитой инфраструктуры.

В зависимости от эмитента деньги можно разбить на банковские (b-money), электронные (e-money), инвестиционные (i-money), деньги центрального банка (наличные и цифровые — Central Bank Digital Currency, CBDC) и криптовалюту.

Все виды денег могут быть технологически централизованными (где все транзакции обрабатываются на едином сервере) или же децентрализованными, где технология распределенного реестра (Distributed Ledger Technology, DLT) используется для обработки транзакций через несколько серверов. Эти серверы могут быть ограничены приватными сетями (permissioned network) или же доступны публично (permissionless network), как, например, в Bitcoin.

Платежи могут осуществляться через посредников и гарантироваться государством в случае банковских инструментов, либо через частные структуры в большинстве других случаев.

Еще одним критерием классификации является стоимость, которая может быть фиксированной или изменяемой. Если стоимость фиксированная, то это означает, что цена транзакции задана заранее и не изменится. Например, если требуется внести в банк вклад на 10 евро, то можно обменять его на банкноту в 10 евро. Такой подход хорошо подходит для электронных средств платежа и стейблкоинов, обеспеченных фиатными деньгами, таких как Paxos (PAX), USD Coin (USDC) и TrueUSD (TUSD), которые гарантируют эквивалентность своей валюты с долларами в пропорции 1 к 1 [10]. Другие цифровые деньги имеют изменяемую стоимость. Например, стейблкоины, которые обеспечены золотом, нефтью или другими сырьевыми активами, переоцениваются вместе с соответствующими рынками, поэтому они не могут быть отнесены к электронным деньгам, а относятся к инвестиционным деньгам.

Национальные цифровые валюты

Национальные цифровые валюты — это цифровые версии фиатной валюты страны, которые выпускаются и поддерживаются центральным банком или денежно-кредитным управлением. Они предназначены для использования в повседневных транзакциях, точно так же, как физические наличные или цифровые пла-

тежи. Цифровая валюта не заменяет существующих наличных или безналичных денег, а появляется в дополнение к ним. Они могут храниться в цифровых кошельках, как и традиционные валюты, и могут быть доступны через мобильные или настольные устройства. Транзакции записываются в защищенный реестр, который поддерживает центральным банком, и могут быть совершены мгновенно, без необходимости в посредниках, таких как коммерческие банки.

Главными целями национальных цифровых валют является расширение доступа к финансовым услугам, повышение эффективности и скорости транзакций, а также снижение затрат, связанных с использованием наличных денег и традиционных платежных систем. Одним из ключевых различий между цифровыми и традиционными валютами является уровень контроля и конфиденциальности, который предполагается при их внедрении.

Несмотря на то, что в основе национальных цифровых валют используется технология блокчейн, это не означает, что они являются криптовалютами: криптовалюты, как правило, децентрализованы, они работают в распределенной сети без центрального органа власти, в то время как национальные цифровые валюты создаются и выпускаются центральным банком или правительством, которые контролируют предложение цифровой валюты и могут регулировать его по своему усмотрению. Национальные цифровые валюты поддерживаются фиатной валютой правительства, в то время как криптовалюты могут быть обеспечены другими активами или вообще не иметь поддержки. Кроме того, национальные цифровые валюты могут подвергаться более строгому регулированию и надзору со стороны правительства или центрального банка. Внедрение цифровых национальных валют — относительно новое явление, но многие страны уже предприняли шаги в развитии этого направления. Среди таких стран Китай, Швеция, Багамские острова, Тунис, Эквадор, Камбоджа, Иран и т.д. Россия также заинтересована в создании цифрового рубля, который в настоящее время разрабатывается в нашей стране.

Заключение

Национальные цифровые валюты рассматриваются как способ модернизации и совершенствования существующей финансовой системы, делая ее более доступной, эффективной и безопасной. Внедрение национальных цифровых валют — сложный процесс, который требует тщательного рассмотрения потенциальных выгод и проблем, а также участия множества заинтересованных сторон, включая центральные банки, регулирующие органы и частный сектор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов М.А., Чугунков И.В. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях: Учебное пособие / Под ред. М.А. Иванова. — М.: НИЯУ МИФИ, 2012. — 400 с.
2. Что такое технология распределенного реестра [Электронный ресурс] // Портал BeInCrypto. URL: <https://ru.beincrypto.com/learn/что-такое-технология-распределенного-реестра/>. — (Дата обращения: 02.02.2023);
3. Аннагурбанова С., Абдурасулов А., Ахмедова М. Консенсус механизма блокчейн — Вестник науки. 2023. — № 2 (59).
4. Старков Р.Ф., Шехтер К.В. Криптовалюта — Молодежный вестник ИРГТУ. 2018. № 3. — С. 131–134.
5. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System [Электронный ресурс]. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> — (Дата обращения: 05.02.2023).
6. Почему количество биткоинов ограничено 21 миллионом [Электронный ресурс] — Портал Crypto.ru. URL: <https://crypto.ru/pochemu-kolichestvo-bitcoin-ogranicheno/>. — (Дата обращения: 05.02.2023).
7. Ethereum: a secure decentralised generalised transaction ledger Eip-150 revision [Электронный ресурс]. URL: <http://gavwood.com/Paper.pdf>. — (Дата обращения: 06.02.2023).
8. Токолов А.В. Правовое регулирование информационных отношений в сфере оборота цифровых финансовых активов: дис. ... канд. юр. наук 12.00.13 — Москва. 2022. — 215 с.
9. Остроушко А.В., Тимофеева И.Н. О необходимости совершенствования системы правового регулирования цифровых активов в Российской Федерации — Юридические исследования. 2021. № 4. — С. 59–76.
10. Цифровые деньги и какими они бывают [Электронный ресурс]. URL: <https://econs.online/articles/techno/tsifrovye-dengi-i-kakimi-oni-byvayut/>. — (Дата обращения: 11.02.2023).

© Ярыгин Павел Константинович (yarygin_pavel@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ИССЛЕДОВАНИЕ ДЖОУЛЬМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА В ХОДЕ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ОСТЕОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

INVESTIGATION OF THE JOULE METRIC PARAMETERS OF PERIODONTAL TISSUES DURING REPARATIVE OSTEOGENESIS USING VARIOUS COMPOSITIONS OF OSTEOPLASTIC MATERIAL

**D. Avedova
S. Gerashchenko
Yu. Osipova
L. Ziulkina
O. Ilunina**

Summary. The dynamics of electrochemical parameters in the surgical intervention zone after implantation of domestic xenogenic bone material in combination with autogenic bone chips obtained from various donor zones for augmentation of alveolar ridges in an experiment according to the decomposition joulemetric method was studied. It was found that in order to assess the immediate results of surgical intervention, it is advisable to conduct a joulemetric study on the 3rd day after surgery and, with an increase in RT values in the intervention area by more than 2.7 times, do not exclude the possibility of correcting drug therapy in the early postoperative period to prevent the development of complications.

Keywords: reparative osteogenesis, joulemetry, periodontitis, osteoplastic materials.

Аведова Диана Юрьевна

Соискатель, ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет» им.
В.И. Разумовского
sto-kafedra@yandex.ru

Герашченко Сергей Михайлович

Доктор технических наук, ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный университет»
sgerash@mail.ru

Осипова Юлия Львовна

Доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет» им.
В.И. Разумовского
osipova-sgtu@mail.ru

Зюлькина Лариса Алексеевна

Доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный университет»
larisastom@yandex.ru

Илюнина Ольга Олеговна

Кандидат медицинских наук, ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный университет»
sto-kafedra@yandex.ru

Аннотация. В ходе исследования изучена динамика электрохимических показателей в зоне оперативного вмешательства после имплантации отечественного ксеногенного костного материала (ККМ) в сочетании с аутогенной костной стружкой (АКС), полученной из различных донорских зон для аугментации альвеолярных гребней в эксперименте по данным декомпозиционного джоульметрического метода. Установлено, что для оценки ближайших результатов оперативного вмешательства целесообразно проводить джоульметрическое исследование на 3-е сутки после операции и при увеличении значений РТ в зоне вмешательства более чем в 2,7 раза не исключать возможность коррекции медикаментозной терапии в раннем послеоперационном периоде для предупреждения развития осложнений.

Ключевые слова: репаративный остеогенез, джоульметрия, пародонтит, остеопластические материалы.

Актуальность

Проблема выбора эффективных материалов для увеличения объема костной ткани альвеолярных отростков челюстей по-прежнему сохраняет свою актуальность [1,4,5,6,7,8]. Одним из путей эффективного ее решения является возможность использования в качестве остеопластического материала смеси ксеногенного костного материала (ККМ) и аутогенной костной стружки (АКС), полученной из различных донорских зон. Однако у специалистов возникают вопросы объемных соотношений указанных компонентов смеси, также остается дискуссионным вопрос преимуществ и недостатков использования внутриротовых и внеротовых донорских зон [9,10].

В связи с этим, целью исследования явилось изучение динамики электрохимических показателей в зоне оперативного вмешательства после имплантации отечественного ксеногенного костного материала в сочетании с аутогенной костной стружкой, полученной из различных донорских зон для аугментации альвеолярных гребней в эксперименте по данным декомпозиционного джоульметрического метода.

Материалы и методы

Проведено экспериментальное исследование на базе ООО «Центр доклинических исследований» (г. Пенза). Объектом исследования послужили 84 половозрелых кролика породы шиншилла массой 2500–3000 г. мужского пола, которые были разделены на три экспериментальных группы:

I экспериментальная группа (контрольная) (12 животных) — в качестве остеопластического материала использовали ККМ;

II экспериментальная группа (36 животных) животным в качестве остеопластического материала использовали композицию ККМ и АКС из внутриротовой донорской зоны (нижняя челюсть). Животные данной группы были разделены на 3 подгруппы:

- ◆ подгруппа 1- в качестве остеопластического материала использовали композицию, состоящую из смеси 25% ККМ и 75% АКС;
- ◆ подгруппа 2 — в качестве остеопластического материала использовали композицию, состоящую из смеси 50% ККМ и 50% АКС;
- ◆ подгруппа 3 — в качестве остеопластического материала использовали композицию, состоящую из смеси 75% ККМ и 25% АКС;

III экспериментальная группа (36 животных) животным в качестве остеопластического материала

использовали композицию ККМ и АКС из внеротовой донорской зоны (подвздошная кость). Животные данной группы также были разделены на 3 подгруппы:

- ◆ подгруппа 1- в качестве остеопластического материала использовали композицию, состоящую из смеси 25% ККМ и 75% АКС;
- ◆ подгруппа 2 — в качестве остеопластического материала использовали композицию, состоящую из смеси 50% ККМ и 50% АКС;
- ◆ подгруппа 3 — в качестве остеопластического материала использовали композицию, состоящую из смеси 75% ККМ и 25% АКС.

Для оценки электрохимических показателей в зоне операции экспериментальных животных использовали джоульметрическую информационно-измерительную систему с потенциостатом IPC Micro, состоящей из измерительного блока и датчика, который представлял собой двухэлектродную систему в виде зажима [2,3]. Активный электрод размещали с щечной стороны, а пассивный — с оральной стороны альвеолярной части челюсти. Регистрировали значения РТ в мкДж.

Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием пакетов прикладных программ Statistica V.10 и Excel for Windows 2007. Проверку нормальности распределения выполняли с использованием критерия Шапиро-Уилкса. Для каждого изучаемого показателя рассчитывали минимальное (Min) и максимальное (Max) значения, среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической (m). С целью определения достоверности различий между выборками использовали параметрический критерий Фишера, для сравнения выраженности показателей в несвязанных выборках использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Различия считали достоверными при 95%-м пороге вероятности ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования выявлено, что средние значения показателя РТ у экспериментальных животных первой группы до эксперимента составили $173,01 \pm 8,55$ мкДж. На 3-е сутки после проведенного оперативного вмешательства значения РТ возросли в 3,9 раза и составили $675,94 \pm 20,43$ мкДж, что явилось результатом воспалительного процесса раннего послеоперационного периода. Через две недели наблюдений отмечали снижение исследуемого показателя до $270,08 \pm 14,44$ мкДж, а к 90-м суткам его возвращение к исходным значениям.

Результаты электрохимического анализа на основе джоульметрии позволили установить, что средние значения РТ в области предстоящего вмешательства до эксперимента в исследуемых подгруппах второй группы не имели статистически значимых различий ($p > 0,05$) и определялись в диапазоне от $174,58 \pm 10,08$ мкДж до $177,54 \pm 9,00$ мкДж. Однако на 3-е сутки после операции динамика значений исследуемого показателя РТ в 1-й подгруппе существенно отличалась от таковой у животных 2-й и 3-й подгрупп. Так, у животных 1-й подгруппы показатель возрос в 3,8 раза, в то время как во 2-й и 3-й подгруппах показатель РТ увеличился в 2,7 раза. Следует отметить, что, начиная с 14-х суток наблюдений, динамика нормализации показателя РТ в подгруппах второй группы не имела существенных различий и к концу срока наблюдений значения работы тока вернулись к исходным величинам.

Исходные значения РТ у животных третьей экспериментальной группы не имели достоверных различий между подгруппами, а также соответствующими показателями у животных первой и второй групп ($p > 0,05$). На 3-е сутки после операции во всех подгруппах регистрировали значительное увеличение значений РТ. Так, у животных 1-й подгруппы показатель достиг значений $470,41 \pm 12,91$ мкДж, у животных 2-й подгруппы — $467,79 \pm 14,79$ мкДж, у животных 3-й — $468,21 \pm 10,04$ мкДж. Начиная с 14-х суток до окончания наблюдений, во всех подгруппах отмечали стабильную тенденцию к снижению значений РТ, что свидетельствовало о нормализации состояния тканей в зоне оперативного вмешательства.

Заключение

Таким образом, электрохимический анализ, выполненный на основе джоульметрического декомпозиционного метода, продемонстрировал некоторые различия в величинах пропускаемого через электроды тока у экспериментальных животных после выполнения хирургического вмешательства. Максимально информативными были значения, полученные в раннем послеоперационном периоде (3-е сутки после операции). Наибольшее изменение электрохимических свойств тканей в зоне операции на данном этапе наблюдений было зарегистрировано у животных контрольной группы и животных 1-й подгруппы второй группы. Начиная с 14-х суток до окончания наблюдений, во всех подгруппах отмечали стабильную тенденцию к снижению значений РТ, что свидетельствовало о нормализации состояния тканей в зоне операции. Полученный результат подтверждает наши предположения о зависимости эффективности лечения не только от состава композиции остеопластического материала, но и от локализации и объема донорской зоны. Также важным результатом джоульметрического исследования явилось возможность определения оптимальных сроков для регистрации значений РТ для оценки эффективности хирургического лечения. Для оценки ближайших результатов оперативного вмешательства целесообразно проводить джоульметрическое исследование на 3-е сутки после операции и при увеличении значений РТ в зоне вмешательства более чем в 2,7 раза не исключать возможность коррекции медикаментозной терапии в раннем послеоперационном периоде для предупреждения развития осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булкина, Н.В. Экспериментальное обоснование применения новых ксеногенных биоматериалов при реконструктивных стоматологических вмешательствах в условиях хронического воспаления / Н.В. Булкина, Л.А. Зюлькина, П.В. Иванов, А.П. Ведяева // Пародонтология. — 2017. — № 3 (84). — С. 69–72.
2. Геращенко, С.И. Джоульметрия и джоульметрические системы: теория и приложение / С.И. Геращенко. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2002. — 192 с.
3. Геращенко, С.М. Джоульметрические системы экспресс-оценки состояния биомедицинских объектов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Геращенко С.М. — Пенза, 2012. — 33 с.
4. Кулаков, А.А. Клинические аспекты костно-пластических операций в сложных анатомо-топографических условиях при лечении пациентов с частичной или полной адентией / А.А. Кулаков, Т.В. Брайловская, И.И. Степанова, А.С. Каспаров, С.В. Щерчков, Б.М. Осман // Стоматология. — 2013. — № 3. — С. 30–33.
5. Кури, Ф. Регенеративные методы в имплантологии / Ф. Кури, Т. Ханзер, Ч. Кури, Й. Нойгенбауэр, Т. Терпелле, Й. Тункель, Й. Целлер. — М.: Азбука, 2013. — 514 с.
6. Михайловский, А.А. Клинико-рентгенологические особенности регенерации тканей после аугментации лунки удаленного зуба с помощью различных остеопластических материалов и мембран / А.А. Михайловский, А.А. Кулаков, В.М. Королев, О.Ю. Винниченко // Стоматология. — 2014. — № 4. — С. 37–40.
7. Модина, Т.Н. Применение синтетического гидроксиапатита при закрытии костных дефектов в амбулаторной хирургии. Экспериментальное и клиническое исследование / Т.Н. Модина, И.С. Маклакова // Пародонтология. — 2012. — № 1 (62). — С. 47–52.
8. Maiorana, C. Evaluation of the use of iliac cancellous bone and anorganic bovine bone in the reconstruction of the atrophic maxilla with titanium mesh: A clinical and histologic investigation / C. Maiorana, F. Santoro, M. Rabagliati, S. Salina // Int. J. Oral Maxillofac. Implants. — 2001. — Vol. 6. — P. 427–432.

9. Mordenfeld A., Johansson C.B., Albrektsson T., Hallman M. A randomized and controlled clinical trial of two different compositions of deproteinized bovine bone and autogenous bone used for lateral ridge augmentation / Clin Oral Implants Res. 2014; 25 (3): 310–320.
10. Mordenfeld A., Aludden H., Starch-Jensen T. Lateral ridge augmentation with two different ratios of deproteinized bovine bone and autogenous bone: A 2-year follow-up of a randomized and controlled trial / Clin Implant Dent Relat Res. 2017;19 (5):884–894.

© Аведова Диана Юрьевна (sto-kafedra@yandex.ru), Геращенко Сергей Михайлович (sgerash@mail.ru),
Осипова Юлия Львовна (osipova-sgtmu@mail.ru), Зюлькина Лариса Алексеевна (larisastom@yandex.ru),
Илюнина Ольга Олеговна (sto-kafedra@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ РИСКА ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЛОСТИ РТА НА ОСНОВАНИИ ИЗУЧЕНИЯ ЗАПИСЕЙ МЕДИЦИНСКИХ КАРТ

IDENTIFICATION OF RISK FACTORS FOR MALIGNANT DISEASES IN THE ORAL CAVITY ON ANALYZING MEDICAL RECORDS

**О. Bogaevskaia
Т. Kosyreva
А. Rykhlevich
Т. Bogaevskaia**

Summary. One of the leading causes of dental health impairments is oral cancer which is constantly increasing in prevalence transferring from the eighth to the sixth place in the structure of malignant diseases. The aim of the work was to find out the occurrence in revealing potentially malignant diseases in the oral mucous during patient's visit to a dentist in a municipal out-patient unit. For this, the researchers analyzed dentists' medical records and summary records. They studied 400 medical records (form No 043y). In 60.3% of cases, when patients complained of some dental problems, there were no any description of the oral mucous state. In 14.3% of cases, when patients complained of some problems in the oral mucous, dentist's records fixed no changes in the mucous or its normal state. It is important to increase dentists' awareness on the influence of potentially malignant diseases in the oral mucous at public health.

Keywords: malignant processes, oral cavity, precancer.

Богаевская Оксана Юрьевна

К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов
7959369@gmail.com

Косырева Тамара Федоровна

Д.м.н., профессор, Российский университет дружбы народов

Рыхлевич Артем Александрович

Соискатель, Академия постдипломного образования ФМБА России

Богаевская Тамара Васильевна

Соискатель, Российский университет дружбы народов

Аннотация. Одной из ведущих причин бремени стоматологического здоровья являются злокачественные заболевания полости рта, распространённость которых продолжает расти, перемещаясь в структуре злокачественных заболеваний с восьмого на шестое место. Целью работы было установить частоту обнаружения потенциально злокачественных заболеваний слизистой полости рта при оказании стоматологической помощи в городской поликлинике на основании анализа медицинской карты и сводной ведомости учета работы стоматолога. Работа основана на изучении 400 медицинских карт форма № 043у. В 60,3% дневников с жалобами на состояние слизистой ее описание отсутствует. В 14,3% дневников с жалобами на состояние слизистой указано на отсутствие изменений или нормальное состояние. Требуется усилить понимание врачами-стоматологами влияния потенциально злокачественных заболеваний слизистой полости рта на общественное здоровье.

Ключевые слова: злокачественные образования полости рта, предрак.

Проблему безопасности потенциально злокачественные заболевания полости рта (ПЗЗПР) в стоматологии можно повысить через анализ ошибок и критических ситуаций в записях медицинских карт (МК). Зачастую злокачественные новообразования полости рта развиваются из потенциально предраковых эпителиальных поражений полости рта [11, 18], имеющих одинаковые факторы развития [13, 14, 18].

Вот почему раннее выявление ПЗЗПР является лучшим средством для повышения выживаемости пациентов [12].

Работа исследователей МГМСУ 2016 года в рамках исследования воспалительные заболевания слизистой

рта, при использовании аутофлуоресценции для онко-скрининга [6], были обнаружены у 10% осмотренных пациентов, не предъявляющих жалоб, у 28 верифицирован злокачественные новообразования, у 110 — предраковые заболевания полости рта.

Пятилетняя выживаемость при раке полости рта составляет 59%, данный показатель является стабильным и находится на уровне 50–55% поскольку большинство пациентов диагностируется на поздних стадиях [2, 15].

Более 90% случаев рака полости рта — это плоскоклеточный рак слизистой оболочки полости рта [16]. Плоскоклеточный рак головы и шеи является шестым по распространенности раком во всем мире, ежегодно

регистрируется 600 000 новых случаев заболевания [9, 17].

В 2018 году в РФ было диагностировано 9518 новых случаев заболевания раком слизистой оболочки полости рта, из них запущенные стадии — у 62% пациентов [1, 2].

Для подтверждения мировых тенденций, только в Соединенных Штатах с 2004 по 2012 годы рак полости рта и глотки вырос с 244 тысяч до 291 тысяч человек [16]. По прогнозам Cancer Research UK, к 2035 году распространенность злокачественных новообразований полости рта увеличится еще на 33%.

Российская официальная статистика показывает одинаковую с мировыми эпидемиологическими исследованиями тенденцию роста заболеваемости злокачественными заболеваниями полости рта, но отличается по масштабу распространенности. Однако анализируемые данные о распространенности злокачественных и ПЗЗПР ниже не только зарубежных, но и отечественных исследований [2, 8]. Некоторые авторы отмечают, что «по записям в первичной медицинской документации порой невозможно понять, обоснованы ли претензии пациентов в отношении качества оказанной им стоматологической диагностической и лечебной помощи, — из-за скудного описания жалоб, объективных данных», анамнеза заболевания, отсутствия информации по сопутствующей патологии [3]. МК пациента (форма 043), является основным документом для контроля и учёта работы врачей, утверждённая «приказом Минздрава РФ «Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядков по их заполнению» от 15.12.2014 № 834н» [7]. МК пациента является жизненно важной частью его стоматологической истории, записи пациентов документируют курс лечения и могут предоставить данные, которые могут быть использованы для оценки качества медицинской помощи [5]. Проблема заполнения МК существует не только в России, но и во всем мире. Так ведение неадекватных или неточных записей является актом профессионального проступка в Королевском колледже стоматологических хирургов Онтарио (Торонто, Канада). Плохие показатели заполнения МК карт часто свидетельствуют о плохом и небрежном управлении в медицинской организации. Одним из возможных выходов нам видится увеличении числа исследований, выявляющих слабую настороженность стоматологов в отношении злокачественных и ПЗЗПР [1, 4], как в масштабах всей страны, так и на примере отдельных ее районов. Это определило актуальность нашего исследования.

Цель

Проанализировать частоту обнаружения ПЗЗПР при оказании стоматологической помощи в городской поликлинике:

Материал и методы

Для установления частоты обнаружения ПЗЗПР при оказании стоматологической помощи в городской поликлинике выполнены обзор и выкопировка сведений:

- ◆ из графы «Проведен курс лечения слизистой оболочки полости рта» сводной ведомости учета работы стоматологической поликлиники (Сводная ведомость учета работы стоматолога (зубного врача) стоматологической поликлиники, отделения, кабинета 039–2/у-88);
- ◆ из МК стоматологического пациента, получающего помощь в амбулаторных условиях, (форма 043/у).

Сводные ведомости учета работы стоматологической поликлиники рассмотрены за десятилетний период (2011–2020 гг.). Фиксировалась информация о курсах лечения по поводу заболеваний слизистой полости рта. Учитывая, что в графе «Проведен курс лечения слизистой оболочки полости рта» отражена информация по различным заболеваниям, сопровождающимся поражением слизистой (МКБ-10: A36.8 A38 A50.9 A51.3 A52.9 A69.0 A69.1 B00.2 B01.8 B05.8 B06.8 B37.0 K12.0 K12.1 K13.1 K13.2 K13.3 K13.4 K13.5 K13.6 K13.7 K13.0 K14.0 K14.1 K14.2 K14.3 K14.4 K14.5 K14.6 K14.8 K14.9 L10.0 L10.1 L10.2 L10.3 L10.4 L10.5 L10.8 L10.9 L43.0 L43.1 L43.2 L43.3 L43.8 L43.9 L51.0 L51.1 L51.2 L51.8 L51.9 M32.0 M32.1 M32.8 M32.9), для получения информации о ПЗЗПР произведен анализ МК стоматологического пациента. В выборку включены 400 медицинских карт.

Расчет необходимого числа карт проводился по методике К.А. Отдельновой. Для исследования повышенной точности для уровня значимости 0,05, мощности исследования 95%, доверительном коэффициенте 2, необходимый объем выборки, составляет 400 единиц

В МК изучались дневники, оформленные в период с 2011 года по 2015 год. Из карт копировались сведения о диагностированных на уровне стоматологической поликлиники потенциально злокачественных заболеваниях полости рта (эритроплакия, лейкоплакия, плоский лишай полости рта, оральный субмукозный синдром, хронический гиперпластический кандидоз); наличие/отсутствие направлений на дифференциальную диагностику изменений слизистой; проведенное лечение и рекомендации.

Таблица 1. Диагностировано ПЗЗПР при оказании стоматологической помощи, в%

| Годы | Д-з ПЗЗПР | Лейкоплакия | Эритроплакия | КПЛ | Кандидоз |
|------|-----------|-------------|--------------|------|----------|
| 2011 | 8,25% | 1,75 | 0,5 | 1,25 | 4,75 |
| 2012 | 6,75% | 1 | 0,5 | 1 | 4,25 |
| 2013 | 8% | 1,75 | 0 | 2 | 4,25 |
| 2014 | 7,75% | 3 | 0,75 | 1,25 | 2,75 |
| 2015 | 6,75% | 1,25 | 0,25 | 0,75 | 4,5 |

На данное исследование было получено разрешение этического комитета (Выписка из протокола № 25 заседания Комитета по Этике Медицинского института РУДН от 28 января 2021 г). Задачами исследования было: 1. установление частоты обнаружения ПЗЗПР; 2. провести анализ записей медицинских карт стоматологических пациентов с заболеваниями слизистой рта; 3. выявить несоответствие в записях медицинских карт.

Полученные в ходе исследования количественные показатели были статистически обработаны. Определяли значения среднего арифметического (M), стандартного отклонения (δ), а также ошибку среднего арифметического (m). Достоверность различий полученных данных оценивали при помощи t-критерия Стьюдента. За достоверные принимали отличия при $P < 0,01$.

Результаты исследований

За анализируемый период 2010–2019 годы, согласно сводной ведомости учета работы стоматологических отделений, число курсов лечения слизистой оболочки полости рта снижалось в абсолютных значениях. В среднем доля курсов лечения слизистой оболочки полости рта составляет 0,23% (максимум 0,3% в 2014 году, минимум 0,16% в 2019 году) от числа принятых пациентов и 0,54% (максимум 0,69% в 2014 году, минимум 0,37% в 2019 году) от числа принятых первичных больных.

К ПЗЗПР отнесены: эритроплакия, лейкоплакия, красный плоский лишай полости рта, хронический гиперпластический кандидоз.

В МК стоматологического пациента изучались дневники, оформленные в период с 2011 года по 2015 год. Сведения о диагностированных ПЗЗПР от общего числа карт представлены в таблице 4.1.

Все диагнозы выставлены на основании гистологического или цитологического исследований.

Отдельно изучены дневники посещений, предшествующие установлению клинического диагноза ПЗЗПР.

Из 39 случаев лейкоплакии 4 имели начальную первую стадию, 12–2 стадию, 16–3 стадию, 6–4 стадию. В 39 случаях лейкоплакии предварительный диагноз был сделан на основании жалоб пациента и состояния слизистой. При этом в течение года, предшествующего постановке предварительного диагноза, за стоматологической помощью по иным причинам обращалось 21 человек, из которых 12 обращались три и более 3 раз. Всего было 59 посещения (дневника). В дневниках данных обращений состояние слизистой полости рта не описывалось в 38 случаях, либо имело описание нормы (*Слизистая оболочка полости рта бледно-розового цвета, умеренно увлажнена, без патологических элементов. Переходная складка без особенностей*) в 21 случаях.

В МК пациентов с диагностированной 2–4 стадиями лейкоплакии за весь предшествующий период обращений в дневниках состояние слизистой полости рта не описывалось или реже описывалось как нормальное без патологических изменений. Жалобы, характерные для лейкоплакии, не указаны в дневниках обращений, предшествующих постановке предварительного диагноза.

В 13 случаях диагностированной эритроплакии предварительный диагноз был поставлен на основании жалоб и клинического осмотра в рамках одного посещения. В течение года, предшествующего постановке диагноза, за стоматологической помощью по иным причинам обращались 11 человек, из них 7 три и более 3-х раз за год. Всего было 31 посещение (дневник). При иных обращениях описание слизистой не дано в 27 дневниках, описание нормы в 4 дневниках, в одном дневнике дано описание «*Слизистая изменена*» без детализации. Жалобы, характерные для эритроплакии, не зафиксированы в дневниках обращений, предшествующих постановке предварительного диагноза.

Из 31 пациента с диагнозом Красный плоский лишай в предшествующий диагнозу года обращались за стоматологической помощью по иным причинам 18 человек, из них 16 три и более раз. Всего на данных пациентов имелось 71 запись (дневник), из которых 17 имели описание нормы слизистой, 49 — не содержали описание слизистой, 5 (3 пациента) — содержали указание на наличие эрозий, язв, папул на слизистой полости рта. Детализированное описание эрозий, папул, язв с указанием размера, цвета, формы, краев, налета, кровоточивости и иных характеристик не дано ни в одном из 5 дневников. Жалобы, характерные для красного плоского лишая, зафиксированы в 1 дневнике при обращении, предшествующем постановке предварительного диагноза. Направление на диагностические процедуры или консультации иных специалистов в связи с изменениями слизистой не даны ни в одном из 5 дневников. Рекомендации по лечению обнаруженных изменений слизистой также отсутствуют во всех 5 дневниках.

Из 94 пациентов с диагнозом хронический гиперпластический кандидоз в год, предшествующий постановке диагноза, за стоматологической помощью по иным причинам обращались 52 пациента, из них 23 три и более трех раз за год. Всего на пациентов, обратившихся в предыдущий год до постановки диагноза, приходилось 130 посещений (дневников). Из них, 78 дневников не содержали описание слизистой полости рта, в 45 указывалось на нормальное состояние слизистой, в 7 дневниках (4 пациента) были зафиксированы изменения слизистой в виде наличия налета. Уточняющиеся характеристики налета: цвет — описаны в 3 дневниках. Уточняющих характеристик поверхности слизистой при соскабливании налета не даны. Направления на дополнительные диагностические процедуры или консультации не даны. В 5 дневниках из 7 указанных (4 пациента) даны рекомендации обратиться за консультацией в кожно-венерологический диспансер (КВД). У 94 пациентов с диагнозом хронический гиперпластический кандидоз за весь предшествующий период обращений за стоматологической помощью (за исключением предшествующего постановке диагноза году) описание слизистой полости рта либо не давалось, либо описывалось в виде нормы. За период, предшествующий постановке предварительного диагноза, в медицинских картах двух пациентов (в 3 дневниках 3 посещения) описаны жалобы, характерные не только для ПЗЗПР: боль при приеме пищи, разговоре.

Из 177 пациентов с диагнозом одного из ПЗЗПР 102 человека обращались за стоматологической помощью в течение года, предшествующего постановке диагноза. Из них, только у 8 пациентов указано на изменение слизистой. Ни одному из 8 пациентов не был выставлен

предварительный диагноз, также не было дано направлений на диагностику, в том числе для проведения гистологического или цитологического исследований. Только 4 пациентам дана рекомендация обратиться в КВД.

На все 177 диагнозов ПЗЗПР на год, предшествующий постановке диагноза, приходилось 291 посещение (дневник). Из них, в 192 дневниках отсутствует описание слизистой полости рта, в 87 дано описание нормальной слизистой. В 12 дневниках, где были указаны какие-либо изменения слизистой полости рта описание было дано без уточнений, не были описаны для определенной патологии характерные изменения.

Одновременно был сделан анализ дневников 400 посещений, из которых 266 были сделаны по поводу лечения зубов, 98 — удаления зубов, 36 — иным причинам, в том числе лечения заболеваний пародонта, лечения слизистой оболочки полости рта.

Анализ дневников 266 посещений по поводу лечения зубов показал, что отсутствует описание слизистой полости рта в 143 случаях, дано краткое описание нормального состояния слизистой в 107 случаях, есть указания на изменения слизистой в 16 случаях, из них без уточнения в 13 случаях. При этом жалобы на жжение, боль во рту при приеме пищи, разговоре имеется в 63 дневниках. Из них, на изменения слизистой в 16 случаях, из них без уточнения изменений в 13 случаях.

Анализ дневников 98 посещений по поводу удаления зубов обнаружил, что во всех дневниках отсутствует описание слизистой полости рта.

Анализ дневников 36 посещений по иным причинам обнаружил, что описание слизистой отсутствует в 21 случаях, указано на наличие изменений слизистой без уточнения в 7 случаях, описана слизистая полости рта с детализацией изменений различной точности в 8 случаях. Из 15 дневников, имеющих описание слизистой полости рта, 4 сделаны при посещениях по поводу лечения пародонта, 11 — по поводу прохождения курса лечения слизистой полости рта при заболеваниях K12.0, K13.2, K13.6, 9 L10.0, B37.0. Жалобы на состояние слизистой полости рта (жжение, боль, зуд) указаны во всех дневниках, имеющих указание на изменение слизистой с и без уточнения.

В целом в дневниках 400 посещений при оказании стоматологической помощи описание слизистой с указанием изменений дано в 37 случаях.

При обращениях по поводу наиболее частых причин: лечения, удаления зубов, (364 посещения) опи-

сание изменений слизистой часто отсутствует (в 241 дневниках).

При оказании стоматологической помощи по поводу лечения и удаления зубов врачи-стоматологи в большинстве случаев (66,2%) не описывают слизистую либо дают описание нормы (29,4%). Даже при наличии жалоб пациента на состояние слизистой, например, на жжение, боль во рту при приеме пищи, разговоре, при посещении по поводу лечения зубов описание слизистой дается в 25,4%, но в 20,6% без уточнения. В 60,3% дневников с жалобами на состояние слизистой ее описание отсутствует. В 14,3% дневников с жалобами на состояние слизистой указано на отсутствие изменений или нормальное состояние.

Даже среди лиц с установленным диагнозом ПЗЗПР в дневниках трети посещений (в 29,9%) слизистая полости рта описана как норма «Слизистая оболочка полости рта бледно-розового цвета, умеренно увлажнена, без патологических элементов. Переходная складка без особенностей».

Обращались за стоматологической помощью по поводу лечения и удаления зубов в течение года, предшествующего постановке диагноза, 57,6% лиц с установленным диагнозом ПЗЗПР. Однако ни одному из них при обращении по поводу лечения или удаления зубов не было дано направлений на диагностику, в том числе для проведения гистологического или цитологического исследований.

Обсуждение

К сожалению, полученные нами данные подтверждают результаты отечественных исследователей о невнимательности врачей-стоматологов к злокачественным и ПЗЗПР. В тоже время научное профессиональное сообщество понимает тенденции роста данных заболеваний. Оно видит, что 5-летняя выживаемость уже на протяжении 40 лет при злокачественных новообразованиях полости рта чрезвычайно низкая [10, 16], а врачи-стоматологи продолжают игнорировать потенциально предраковые эпителиальные поражения полости рта. В этой связи появлялись работы, показывающие, что даже для опытных практикующих врачей при визуальном осмотре трудно отличить предраковые и ранние злокачественные поражения от распространенных доброкачественных воспалительных состояний [15]. В первом десятилетии двухтысячных годов начался активный поиск вспомогательных методов обнаружения потенциально предраковых эпителиальных поражений полости рта. Сегодня положительно себя зарекомендовали витальное окрашивание, браш-биопсию, микроядерный тест, хемилюминесцентную и аутофлуоресцентную визуализацию [11]. Успешность

методов в обнаружении потенциально предраковые эпителиальные поражения полости рта связана с квалификацией врача-стоматолога, его способностью правильно интерпретировать результаты визуализации при хемилюминесценции или аутофлуоресценции [14].

Показатели к данным зарубежных и отечественных эпидемиологических исследований, в которых частота лейкоплакии во взрослой европейской популяции колеблется от 3 до 12%, эритроплакии — 1%, кандидоза до 17%, красного плоского лишая до 3% [2, 8].

В тоже время общая частота обнаружения различных ПЗЗПР врачами-стоматологами составляет для лейкоплакии — 1,97 на 100 осмотренных, для эритроплакии — 0,74 на 100 осмотренных, для красного плоского лишая — 1,4 на 100 осмотренных, для хронического кандидоза — 2,8 на 100 осмотренных. Частота постановки диагнозов потенциально злокачественных заболеваний слизистой полости рта по МК, значимо не отличалась: лейкоплакия (1,97% vs 1,75% $\phi^*_{эмп} = 0,34$), эритроплакия (0,74% vs 0,4% $\phi^*_{эмп} = 0,92$), красный плоский лишай (1,4; vs 1,25% $\phi^*_{эмп} = 0,18$), и хронический кандидоз (2,8% vs 4,1% $\phi^*_{эмп} = 1,61$) при $\phi^*_{критич} = 2,31$ для $p = 0,05$.

Выводы

1. Ежегодное число курсов лечения слизистой полости рта снизилось за десятилетний период почти в 1,5 раза. Снижение происходит также относительно числа принятых больных и принятых первичных больных.
2. Частота диагностирования ПЗЗПР по данным случайно выбранных медицинских карт составляет в среднем 7,5% от числа лиц, получивших стоматологическую помощь. Для лейкоплакии частота установления диагноза составляет 1,75%, для эритроплакии — 0,4%, для красного плоского лишая — 1,25%, для хронического гиперпластического кандидоза — 4,1%, эти результаты значительно ниже данных эпидемиологических отечественных и зарубежных исследований.
3. Требуется усилить понимание врачами-стоматологами влияния потенциально злокачественных заболеваний слизистой полости рта на общественное здоровье.
4. В рамках внутреннего контроля качества стоматологической помощи необходимо оценивать диагностику и лечение потенциально злокачественных заболеваний слизистой полости рта.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барамидзе, Т.Н. Лейкоплакия слизистых оболочек полости рта как предраковая болезнь и пути предотвращения ее малигнизации/Т.Н. Барамидзе, Е.Ш. Хведелидзе // Сборник статей по материалам XXV международной научно-практической конференции. Современная медицина: новые подходы и актуальные исследования. 2019, Москва;41–47.
2. Борисенко Л.Г. Особенности в распространенности болезней слизистой оболочки рта среди населения старших возрастных групп. Медицинский журнал Белорусской ССР. 2005. — 1.33–37.
3. Габай П.Г. Защита чести, достоинства и деловой репутации врачей и клиник. — М.: Гэотар-Медиа, 2019. —175с.
4. Каприн, А.Д. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году / А.Д. Каприн. — М.: ФГБОУ МНИОИ им. П.А. Герцена МЗ РФ, Российский центр информационных технологий и эпидемиологических исследований в области онкологии, 2018. — 230 с.
5. Лапина АК, Вагнер ВД, Гаценко СМ, Мартин АА, Ставская СВ, Яновская МЛ (2017) Оценка качества заполнения медицинской документации в стоматологических поликлиниках Волгограда. Волгоградский научно-медицинский журнал 3:3–10.
6. Максимовская, Л.Н. Применение аутофлуоресцентной стоматоскопии для онкоскрининга заболеваний слизистой оболочки полости рта / Л.Н. Максимовская, А.А. Эрк, Н.Н. Булгакова, Б.В. Зубов // Стоматология для всех. — 2016. — № 4. — С.34–37.
7. Приказ Минздрава РФ № 834н от 15.12.2014 г. «Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядков по их заполнению».
8. Старикова И.В., Дибцева Т.С., Гордеева О.В., Иваненко А.И. Распространенность лейкоплакии в структуре заболеваний слизистой оболочки полости рта. Colloquium-Journal. —2018. — 7–2 (18). —23–24.
9. Fleskens S, Slootweg P. Grading systems in head and neck dysplasia: their prognostic value, weaknesses and utility. Head Neck Oncol 2009; 1: 11.
10. Howlader N. et al., “SEER cancer statistics review, 1975–2012,” (2016) https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2012/ доступ открыт 25.07.2021).
11. Gaikwad P, Hiremath SKS, Singh S. Advancement in Diagnostic aids for oral premalignant lesions: A review. J Dent Sci Oral Rehabil. 2013;11:5.
12. Gillenwater A, Jacob R, Richards-Kortum R. Fluorescence spectroscopy: a technique with potential to improve the early detection of aerodigestive tract neoplasia. Head Neck. 1998;20:556–62.
13. Mehanna H, Beech T, Nicholson T, et al. Prevalence of human papillomavirus in oropharyngeal and nonoropharyngeal head and neck cancer — systematic review and meta-analysis of trends by time and region. Head Neck. 2013;35 (5):747–755.
14. Mehrotra R, Singh M, Thomas S, Nair P, Pandya S, Nigam NS. A cross-sectional study evaluating chemiluminescence and autofluorescence in the detection of clinically innocuous precancerous and cancerous oral lesions. J Am Dent Assoc. 2010;141:151–6.
15. Neville B.W., Day T.A. Oral cancer and precancerous lesions. CA: Cancer J. Clin., 52 195–215 (2002). <http://dx.doi.org/10.3322/canjclin.52.4.195>.
16. Oral Cancer Diagnosis and Therapy, 1–52 Springer, Japan (2015).
17. Parkin DM, Bray F, Ferlay J, et al. Global cancer statistics, 2002. CA Cancer J Clin 2005;55: 74–108.
18. Warnakulasuriya S. Clinical features and presentation of oral potentially malignant disorders. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2018 Jun;125 (6):582–590. doi: 10.1016/j.oooo.2018.03.011.

© Богаевская Оксана Юрьевна (7959369@gmail.com), Косырева Тамара Федоровна,
Рыхлевич Артем Александрович, Богаевская Тамара Васильевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НЕКОТОРЫЕ ЦИТОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕЙТРОФИЛОВ КРОВИ ПРИ АУТОИММУННОМ ТИРЕОИДИТЕ И АКТИВНОСТЬ ТИРЕОПЕРОКСИДАЗЫ

SOME CYTOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD NEUTROPHILS IN AUTOIMMUNE THYROIDITIS AND THYROPEROXIDASE ACTIVITY

V. Gorelova
A. Osmanova
M. Gazieva
Z. Yunusova
P. Atalalieva
G. Zeynalova

Summary. Study of the activity of thyroperoxidase and cytochemical parameters of blood neutrophils in autoimmune thyroiditis (AIT) and the establishment of their possible relationships depending on the severity of the process. Material for histochemical studies were pieces of thyroid tissue taken from 27 patients with AIT after its subtotal resection. For cytochemical studies, we used venous blood taken from the same patients at admission, as well as on the 2nd and 5th days after the operation. The control was venous blood of 10 healthy volunteers aged 20–45 years.

The epithelial parenchyma of the gland in hypothyroidism is gradually replaced by lymphoid infiltrates. The activity of thyroperoxidase in AIT in the phase of hypothyroidism is low and is directly dependent on the severity of the pathological process. Cytochemical parameters of neutrophils in patients with AIT with hypothyroidism syndrome are significantly increased, which is especially pronounced in the last phase of the disease.

Keywords: autoimmune thyroiditis, thyroperoxidase, neutrophils, cationic proteins.

Горелова Виктория Геннадьевна

К.м.н., ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
vika.gorelova.76@mail.ru

Османова Асият Абдулбасировна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
asiyat.abdulbasirovna@mail.ru

Газиева Милана Магаллиевна

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
milana_dgmu@mail.ru

Юнусова Зарина Замрутдиновна

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
zarina1901@mail.ru

Аталалиева Патимат Гусейновна

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
patya_dgmu_mo@mail.ru

Зейналова Гузель Исламовна

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
guzel_2020@mail.ru

Аннотация. Изучение активности тиреопероксидазы и цитохимических показателей нейтрофилов крови при аутоиммунном тиреоидите (АИТ) и установление их возможных взаимосвязей в зависимости от степени выраженности процесса. Материалом для гистохимических исследований явились кусочки ткани щитовидной железы, взятые у 27 больных АИТ после ее субтотальной резекции. Для цитохимических исследований использовали венозную кровь, взятую у тех же больных при поступлении, а также на 2-е и 5-е сутки после операции. Контролем служила венозная кровь 10 здоровых добровольцев в возрасте 20–45 лет.

Эпителиальная паренхима железы при гипотиреозе постепенно замещается лимфоидными инфильтратами. Активность тиреопероксидазы при АИТ в фазе гипотиреоза низкая и находится в прямой зависимости от степени выраженности патологического процесса. Цитохимические показатели нейтрофилов у больных АИТ с синдромом гипотиреоза достоверно повышены, что особенно выражено в последней фазе развития заболевания.

Ключевые слова: аутоиммунный тиреоидит, тиреопероксидаза, нейтрофилы, катионные белки.

Несмотря на разнообразие диагностических критериев, которые имеются для определения нарушений тиреоидной функции, существуют также малоизученные аспекты диагностики, в частности такой, как изучение цитохимического анализа клеточных

ферментов, которые активно реагирующих на гормональный дисбаланс при различных заболеваниях щитовидной железы (ЩЖ) [3, 9]. Было показано, что тироксин (Т 4) и трийодтиронин (Т 3) могут дейодироваться в присутствии перекиси водорода (H₂O₂) и ми-

елопероксидазы (МПО), и образующиеся атомы йода влияют на антимикробную активность нейтрофильных гранулоцитов (НГ) [4, 6, 10].

По мнению авторов, дейодирование гормонов ЩЖ в НГ идет настолько интенсивно, что этим можно объяснить ускоренный их обмен во время бактериальной инфекции у человека. Более того, показано, что антимикробное действие системы МПО — H_2O_2 — йодид в значительной степени связано с процессом дейодирования, а фиксация фагоцитом йодида в какой-то мере зависит от содержания в нем МПО [15, 11, 16].

Следует считать установленным, что только часть ТЗ (около 20%) крови человека имеет тиреоидное происхождение, а остальное количество гормона образуется в крови путем дейодирования тироксина. Покоящиеся, т.е. нефагоцитирующие, лейкоциты показывают низкую дейодинирующую активность, а при фагоцитозе этот процесс резко возрастает. Авторы предполагают, что от усиления метаболизма тироксина НГ, видимо, зависит ускоренное включение гормона и повышение скорости его исчезновения из плазмы крови при острых инфекциях [2, 5, 7, 13].

Однако в понятие «антимикробная система НГ» входит не только МПО. В частности, известно, что наследственные и приобретенные дефициты катионных белков (КБ) также приводят к снижению микробной активности НГ и ослаблению противомикробной резистентности организма [1, 8, 14].

Немаловажную роль в выполнении антимикробных функций НГ играют гликоген и липиды. В частности, гликоген, который является основным энергетическим материалом лейкоцитов, несомненно используется как при фагоцитарных реакциях, так и в процессе деградации тиреоидных гормонов.

Использование липидосодержащих соединений, которые являются составной частью клеточных мембранных структур, при функциональной активности НГ очевидно, поскольку она выполняется путем фагоцитоза и эндоцитоза, т.е. с затратой мембранных структур.

Этим вопросам в литературе уделено недостаточное внимание, что определяет необходимость всестороннего и углубленного изучения рассмотренной группы антимикробных компонентов НГ с целью обоснования их важной роли в формировании неспецифической резистентности организма и разработки новых подходов регуляции этого важного звена защитных механизмов организма человека. А объективное установление уровня неспецифической резистентности организма исследованием цитохимических показателей НГ не ме-

нее ценно и в том плане, что появляется возможность их коррекции тиреоидными гормонами — поставщиками кофактора антимикробной миелопероксидазной системы. И это следует считать особенно важным при хронических и вялотекущих токсико-инфекционных патологиях.

Из приведенных данных следует, что тиреопероксидаза (ТПО) ЩЖ и МПО НГ находятся в начальном и конечном этапах метаболизма тиреоидных гормонов. Однако в литературе не уделено внимание их функциональным взаимосвязям, которые, на наш взгляд, несомненно имеются. Это, в частности, связано с тем, что к настоящему времени не отработан способ определения активности ТПО, который был бы существенным подспорьем при установлении функционального состояния ЩЖ.

Учитывая вышеизложенное, следует отметить, что изучение функциональных взаимосвязей ЩЖ, регулирующих основные обменные процессы в организме, и НГ, ответственных как за состояние неспецифической резистентности, так и метаболизма тиреоидных гормонов, актуально как для клиники, так и для решения общих медико-биологических проблем.

Оно позволит прежде всего определить новые диагностические критерии, которые можно будет использовать не только для диагностики, но и для прогнозирования функционального состояния ЩЖ.

Гипотиреоз в преобладающем большинстве случаев — это последствие аутоиммунного тиреоидита (АИТ), т.е. последняя фаза развития заболевания.

При АИТ морфологически вначале имеют место процессы пролиферации и связанное с ними увеличение ЩЖ, а в последующем наступает атрофия паренхимы железы, нарушение функций и, как следствие, — гипотиреоз. В гистологических препаратах наблюдается характерная инфильтрация мононуклеарными клетками (лимфоциты, моноциты). При этом нормальная структура железы заменена интенсивно размножающимися лимфоцитами. Инфильтраты содержат большое количество В-лимфоцитов, Т-лимфоцитов, макрофагов. Процесс сопровождается деструкцией фолликулов и попытками железы регенерироваться, что приводит к ее увеличению. Когда разрушение фолликулов достигает определенного уровня, снижается выработка гормонов и, как следствие возникают симптомы гипотиреоза.

Итак, причиной первичного гипотиреоза, одного из самых распространенных эндокринных заболеваний, является АИТ. Реже он является последствием

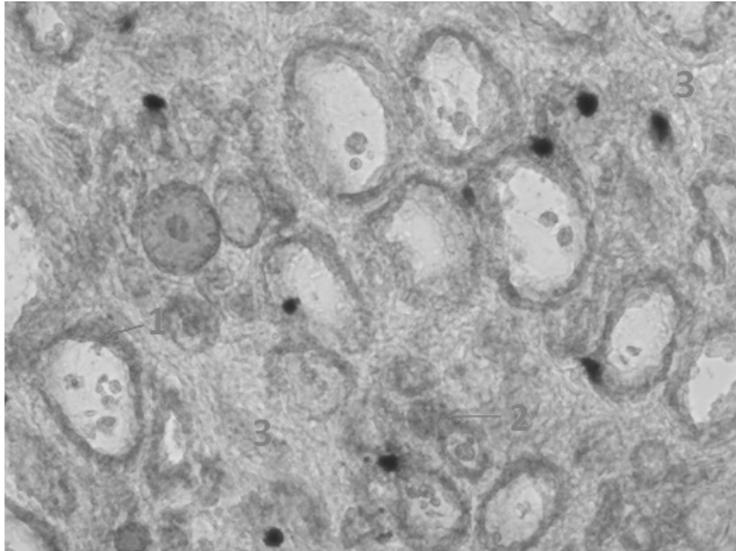


Рис.1. Щитовидная железа больного аутоиммунным тиреоидитом в стадии эутиреоза. Реакция на ТПО. 1- фолликулы, стенка местами многослойная; 2 — аденоматозные очаги; 3 — лимфоцитарные инфильтраты.

оперативного вмешательства, при котором возникает стойкий дефицит тиреоидных гормонов в организме.

Цель

Изучение активности ТПО и цитохимических показателей нейтрофилов крови при АИТ и установление их возможных взаимосвязей в зависимости от степени выраженности процесса.

Материалом для гистохимических исследований явились кусочки ткани ЩЖ, взятые у 27 больных АИТ, оперированных в отделении эндокринной хирургии РКБ.

Для цитохимических исследований использовали венозную кровь, взятую у тех же больных при поступлении, а также на 2-е и 5-е сутки после операции. Контролем служила венозная кровь 10 здоровых добровольцев в возрасте 20–45 лет.

Активность ТПО в тканях ЩЖ определяли методом, разработанным на кафедре гистологии ДГМУ (регистрационный № 2015154203 от 16.12.2015 г.).

Цитохимически в НГ определяли активность МПО по методу Грэхем-Кнолля с использованием бензидина; содержание катионных белков (КБ) — по методу В.Е. Пигаревского с метиловым зеленым; гликогена — по J.F. MacManus; липидов — с использованием судана черного Б. Результаты выражали в виде среднего цитохимического коэффициента (СЦК).

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программы Statistika. Значимость различий между группами определяли с помощью критерия Краскела — Уоллиса, достоверность разницы до и после оценивали по критерию Вилкоксона.

Результаты и их обсуждение

В послеоперационном материале ЩЖ больных АИТ в стадии эутиреоза при постановке реакции на ТПО в препаратах выявляются фолликулы разных размеров с умеренной активностью фермента. Стенка фолликулов местами многослойная в результате пролиферативной активности. Распределение продуктов реакции в различных участках фолликулов неравномерное. В межфолликулярных пространствах множественные аденоматозные и паренхиматозные очаги с умеренной или высокой активностью. Соединительнотканые прослойки расширены; в них многочисленные лимфоцитарные инфильтраты без окрашенных продуктов реакции.

В этом варианте патологии ЩЖ следует считать характерным, наряду с наличием указанных крупных межфолликулярных инфильтратов, слабую очерченность границ фолликулярных клеток, по-видимому, связанную с выраженностью процесса их разрушения (рис.1).

В мазках лейкомазсы крови больных АИТ в стадии эутиреоза при постановке реакции на МПО можно видеть, что процентное содержание НГ с умеренной

Таблица 1. Цитохимические показатели НГ крови больных аутоиммунным тиреодитом в стадии эутиреоза до и после оперативного вмешательства (в усл.ед.) M±m

| Показатель | Аутоиммунный тиреодит в ст. эутиреоза | | | |
|------------|---------------------------------------|-------------|-------------------|------------|
| | Контроль | Исходно | После операции на | |
| | | | 2-й день | 5-й день |
| МПО | 1,52±0,07 | 1,31±0,08* | 1,35±0,06* | 1,39±0,09 |
| КБ | 1,62±0,09 | 1,65±0,05 | 1,69±0,08 | 1,71±0,04 |
| Гликоген | 1,44±0,07 | 1,26±0,03* | 1,28±0,04* | 1,31±0,05 |
| Липиды | 2,63±0,04 | 2,03±0,09** | 2,13±0,07** | 2,22±0,03* |

Примечание: достоверность различий (P) по сравнению с контролем (* — P<0,05, ** — P<0,01).

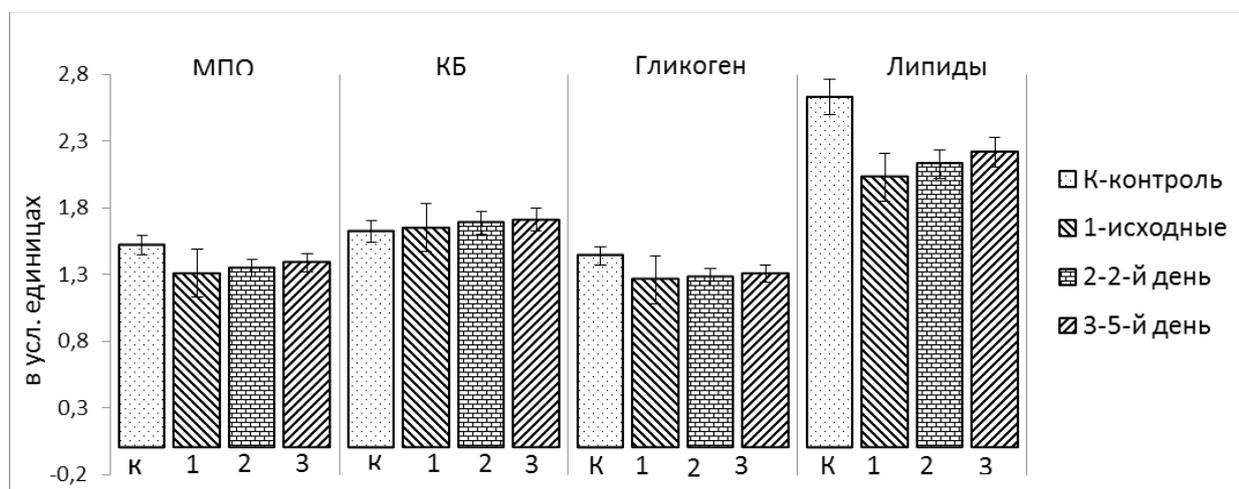


Рис. 2. Динамика цитохимических показателей НГ крови больных АИТ в стадии эутиреоза при умеренной активности ТПО до и после оперативного вмешательства.

активностью снижено (55–60%, в норме — 80–85%). Не выявляются клетки с высоким содержанием продуктов реакции. Нередко определяются НГ с участками цитоплазмы, свободными от активности. Увеличено процентное содержание незрелых форм нейтрофилов; в них активность более высокая. СЦК фермента в НГ крови у этой группы больных снижен (1,31±0,08, при норме — 1,52±0,07).

На 2-е сутки послеоперационного периода активность МПО в НГ существенно не изменена. Количественное содержание и характер распределения продуктов реакции сходны с исходными. Однако к концу недели резко увеличено количество палочкоядерных и юных форм с высокой активностью фермента (табл. 1).

Содержание КБ в НГ крови больных АИТ сходно с контролем. Большая часть клеток имеет умеренное содержание окрашенных продуктов и лишь 3–5% фагоцитов насыщены ими. В послеоперационном периоде, по причине роста процентного содержания незрелых форм НГ, насыщенных светло-зеленым материалом, от-

мечается некоторый рост СЦК — на 2-й день 1,69±0,08, на 5-й день 1,71±0,04 (табл. 1).

В мазках лейкомазсы крови больных АИТ содержание гликогена в НГ умеренно снижено (P<0,05); меньше процент клеток с умеренным и высоким содержанием ШИК-положительного материала, в незрелых формах фагоцитов количество окрашенных продуктов также меньше.

Исследование содержания гликогена в НГ в послеоперационном периоде показало, что оно соответствует исходному: меньше, по сравнению с контролем, процент клеток, насыщенных окрашенными продуктами, а также с умеренным их содержанием. В мазках нередко выявляются клетки с распределением окрашенных продуктов в виде отдельных островков, или же с участками периферической зоны, свободными от них.

В НГ крови больных АИТ содержание липидов снижено с высокой степенью достоверности (P<0,01). В мазках преобладают нейтрофилы с расположением

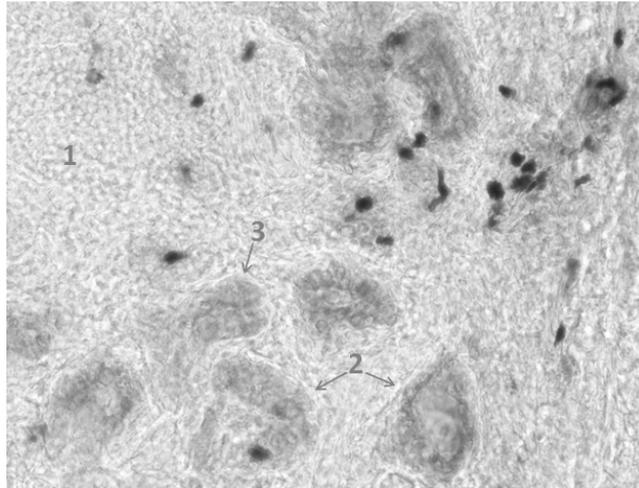


Рис. 3. Щитовидная железа больного АИТ в стадии гипотиреоза средней степени тяжести. Реакция на ТПО. 1- лимфоцитарный инфильтрат; 2 — фолликулы с умеренным содержанием фермента; 3 — аденоматозные очаги со слабой активностью. Ув.х400.

окрашенных продуктов в виде отдельных или слившихся островков. Лишь цитоплазма единичных клеток полностью заполнена ими.

В послеоперационном периоде, на 2-е и на 5-е сутки, количественное содержание и характер распределения окрашенного материала соответствует исходным. Однако удастся заметить и некоторые особенности: количество НГ с неравномерным островковым расположением продуктов стало больше, нередко выявляются контуры клеток полностью лишенных суданположительного материала, или же с их следами.

Из приведенного рисунка (2) следует, что динамика цитохимических показателей НГ крови больных АИТ в стадии эутиреоза, при умеренной активности ТПО, существенно не изменена, за исключением содержания липидов, достоверность снижения которого высокая.

При постановке реакции на ТПО в ЩЖ больных АИТ в стадии гипотиреоза средней степени тяжести большая часть поля зрения занята крупными лимфоцитарными инфильтратами. Между ними единичные фолликулы малых размеров с умеренной или слабой активностью фермента (рис. 3).

Отдельные аденоматозные очаги, без видимого просвета, содержат малое количество окрашенных продуктов реакции, а в случаях тяжелого течения процесса выявляются только их следы.

Активность МПО в НГ крови больных АИТ в стадии гипотиреоза средней степени тяжести повышена по сравнению с контролем с высокой степенью досто-

верности ($P < 0,01$). Существенно увеличено процентное содержание НГ с умеренным количеством продуктов реакции. Лишь единичные клетки имеют или малое число окрашенных гранул, или чрезмерно насыщены ими.

Исследование в послеоперационном периоде показало постепенное снижение активности фермента: на 2-й день — $2,03 \pm 0,09$, на 5-й день — $1,85 \pm 0,07$, при исходных значениях — $2,12 \pm 0,11$. При этом прослеживается уменьшение процентного содержания НГ с умеренной активностью и параллельный рост клеток с малым содержанием окрашенных гранул и насыщенных ими.

В НГ крови больных АИТ в стадии гипотиреоза средней степени тяжести процесса содержание КБ существенно увеличено.

Большая часть сегментоядерных клеток насыщены окрашенными гранулами. Однако, чаще всего гранулы слабо контурируются ввиду выраженности диффузного компонента. В клетках окрашенный материал распределен равномерно. Однако в мазках нередко выявляются клетки, чаще сегментоядерные, с расположением продуктов реакции в виде отдельных сгущений с участками дегрануляции. В послеоперационном периоде содержание КБ имеет тенденцию к снижению преимущественно за счет уменьшения процентного содержания НГ с высокой активностью фермента.

Содержание гликогена в НГ крови больных АИТ в стадии гипотиреоза повышено с высокой степенью достоверности ($P < 0,01$). Преобладающее большинство

Таблица 2. Цитохимические показатели НГ крови больных АИТ в стадии гипотиреоза средней степени тяжести до и после оперативного вмешательства (в усл.ед.). М±т

| Показатель | Аутоиммунный тиреозидит в стадии гипотиреоза | | | |
|------------|--|-------------|-------------------|------------|
| | Контроль | Исходно | После операции на | |
| | | | 2-й день | 5-й день |
| МПО | 1,54±0,08 | 2,12±0,11** | 2,03±0,09* | 1,85±0,07* |
| КБ | 1,62±0,06 | 1,98±0,08** | 1,83±0,07* | 1,71±0,06* |
| Гликоген | 1,44±0,07 | 2,22±0,12** | 2,01±0,11 | 1,63±0,09 |
| Липиды | 2,62±0,11 | 2,92±0,12** | 2,88±0,11* | 2,75±0,09 |

Примечание: достоверность различий (P) по сравнению с контролем (* — P<0,05, ** — P<0,01).

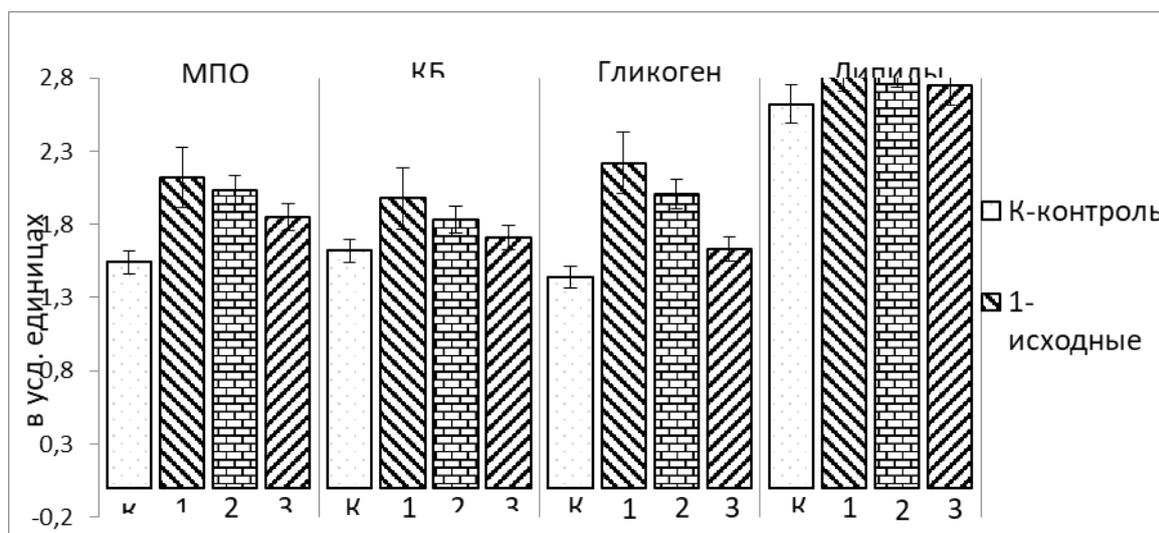


Рис. 4. Динамика цитохимических показателей НГ крови больных АИТ в стадии гипотиреоза при слабой активности ТПО до и после оперативного вмешательства.

клеток насыщены ШИК-положительным материалом. Лишь единичные сегментоядерные нейтрофилы имеют малое количество окрашенного материала, расположенного в виде отдельных сгущений.

В послеоперационном периоде уже на 2-е сутки имеет место достоверное снижение количества окрашенных продуктов. Эта тенденция еще более выражена на 5-е сутки: количество НГ с умеренным содержанием ШИК-положительного материала уменьшено до 70–75%, уменьшено и количество клеток, насыщенных продуктами реакции. Однако даже к концу недели СЦП содержания гликогена лишь приближается к контрольным цифрам (1,63±0,09, при контроле — 1,44±0,07).

Как следует из приведенных данных (табл. 2), содержание липидов в НГ крови больных АИТ в стадии гипотиреоза достоверно выше контрольных значений. В мазках большая часть НГ насыщена темным суданположительным материалом, четко очерчены ядросо-

держивающие части клеток; в этих просветленных участках хорошо просматривается гранулярный компонент продуктов реакции.

На 2-е сутки после операционного вмешательства спад содержания окрашенного материала не достоверный. Характерно лишь уменьшение количества НГ, насыщенных суданположительным материалом; преобладают клетки с умеренным его содержанием. Отмечается также рост НГ со слабым содержанием или со следами продуктов реакции.

К концу недели после проведенной операции снижение показателя содержания липидов в НГ по сравнению с исходным заметное (2,75±0,09, при исходном — 2,92±0,12). Однако, по сравнению с контролем, цифры показателя достоверно выше.

Цитохимические показатели НГ крови больных АИТ в стадии гипотиреоза при слабой активности ТПО,

по сравнению с вышеописанными вариантами, имеют особенности. Исходные цифры, по сравнению с контролем, достоверно повышены ($P < 0,01$); в послеоперационном периоде они имеют тенденцию к снижению (рис. 4).

Как следует из приведенного иллюстрационного материала, в ЩЖ у больных АИТ в стадии гипотиреоза при постановке реакции на ТПО в препаратах большая часть поля зрения занята крупными лимфоцитарными инфильтратами. Между ними единичные фолликулы малых размеров с умеренной и слабой активностью фермента. Отдельные аденоматозные очаги, без видимого просвета, содержат малое количество окрашенных продуктов реакции, а в случаях тяжелого течения процесса выявляются только их следы. Надо полагать, что в данном варианте патологического процесса идет интенсивная деградация фолликулярных клеток по упомянутой ранее схеме, и это хорошо заметно в случаях тяжелой (далеко зашедшей) степени развития заболевания, т.е. эпителиальная паренхима железы постепенно полностью, или почти полностью, замещается лимфоидными инфильтратами. Последние по виду и по клеточному составу напоминают периферические лимфоидные органы. Следствием этих процессов является то, что ЩЖ перестает выполнять функцию эндокринного органа.

Результаты параллельных цитохимических исследований НГ крови больных АИТ в дооперационном периоде сходны с данными при аденоматозном узловом зобе. В частности, активность МПО в НГ повышена по сравнению с контролем с высокой степенью достоверности ($P < 0,01$) за счет существенного увеличения процентного содержания клеток с умеренной и высокой активностью фермента. Содержание гликогена и липидов в НГ крови этой группы больных также повышено. В том и другом случаях рост содержания продуктов реакции

связан с ростом насыщенности диффузным компонентом.

Особенностью цитохимической картины НГ крови данной группы больных следует считать достоверный рост содержания и КБ. Это дает основание полагать, что существенный рост всех изученных цитохимических показателей НГ в данном варианте исследований является следствием интенсификации синтетических процессов в клетках в стадии их развития. И в случае аденоматозного узлового зоба, а тем более при АИТ, следует искать стимулятора миелоцитопоэза в красном костном мозге. Особенности корреляционных взаимосвязей между активностью ТПО и цитохимическими показателями НГ крови больных АИТ в стадии гипотиреоза приведены на рисунке 4.

Можно предположить, что на запредельное снижение содержания гормонов с широким спектром действия, каковыми являются тиреоидные, организм реагирует как на стресс. И, по-видимому, одной из защитных реакций организма, нацеленная на сохранение гомеостаза, является активация синтетических процессов в клеточных структурах, в том числе и клеток крови.

ВЫВОДЫ

1. В ЩЖ больных АИТ в стадии эутиреоза активность ТПО, а также цитохимические показатели НГ существенно не изменены. Стабильность их сохраняется и в послеоперационном периоде.
2. Активность ТПО при АИТ в фазе гипотиреоза низкая и находится в прямой зависимости от степени выраженности патологического процесса.
3. Исследованные цитохимические показатели НГ у больных АИТ с синдромом гипотиреоза достоверно повышены, что особенно выражено в последней фазе развития заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипенко ВИ, Федченко НП. Некоторые особенности структурной организации щитовидной железы. *Арх. анат.* 1983;85 (12):27–34.
2. Бурая ТЛ, Бутаков АА, Дрожеников ВА, Никулин ВН и др. Изменение активности миелопероксидазы и кислой фосфатазы в нейтрофилах периферической крови человека при стимуляции клеток *in vitro*. *Микробиология, эпидемиология и иммунобиология* 1991;10:52–55
3. Ветщев ПС, Мельниченко ГА. Заболевания щитовидной железы. М., 1995.
4. Голубева НА, Мерзляк ЕИ. Функциональная активность нейтрофилов при патологии щитовидной железы у детей. *Здравоохранение Казахстана* 1981;5:36–38.
5. Горудко ИВ, Костявич ВА, Соколов АВ и др. Функциональная активность нейтрофилов при сахарном диабете и ишемической болезни сердца: роль миелопероксидазы в развитии окислительного стресса. *Бюллетень эксп. Биологии и медицины* 2012;154 (7):28–31.
6. Долгушин ИИ, Бухарин ОВ. Нейтрофилы и гомеостаз. Екатеринбург: УрОРАН, 2001. 288 с.
7. Долгушин ИИ, Савочкина АЮ, Смирнова ТГ и др. Роль ультраструктур нейтрофильных гранулоцитов в формировании внеклеточных ловушек. *Бюлл. эксперим. биол. и мед.* 2015;4:464–466.
8. Домашенко ОН, Бондарев ЛС. Исследование катионного белка лейкоцитов у больных острыми и хроническими гепатитами. *Лаб. Дело* 1988;9:25–27.
9. Зурочка АВ. Иммунобиологические свойства секреторных продуктов нейтрофилов (нейтрофилокинов) Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1991. 231 с.

10. Исмагилова ЭР, Байматов ВН. Активность миелопероксидазы у животных при йодной недостаточности. Морфология 2002;2–3:59–60.
11. Исмагилова ЭР, Байматов ВН, Андреева АВ. Пероксидазная активность — тест неспецифической резистентности при йодной недостаточности у коров. Морфология 2004;4:54.
12. Кандрор ВИ. Современные проблемы тиреологии. Проблемы эндокринологии 1999;1:3–8.
13. Киселев ИП. Диагностика аутоиммунных тиреоидных нарушений на основе выявления антитиреоидных антител. Материалы 5 съезда иммунологов и аллергологов 2003;4 (2):127.
14. Кокряков ВН. Биохимические основы антимикробной активности нейтрофильных гранулоцитов. Клиническая морфология нейтрофильных гранулоцитов. Л., 1988. 12–51 с.
15. Соколова МА, Козинец ГИ. Информативность цитохимических реакций на щелочную фосфатазу и миелопероксидазу для оценки функционального состояния нейтрофилов при ряде заболеваний. Гематология и трансфузиология 2001;46 (4):38–41.

© Горелова Виктория Геннадьевна (vika.gorelova.76@mail.ru), Османова Асият Абдулбасировна (asiyat.abdulbasirovna@mail.ru),
Газиева Милана Магаллиевна (milana_dgmu@mail.ru), Юнусова Зарина Замрутиновна (zarina1901@mail.ru),
Аталалиева Патимат Гусейновна (patya_dgmu_mo@mail.ru), Зейналова Гузель Исламовна (guzel_2020@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ РАСПРОСТРАНЕННОЙ ФЛЕГМОНЫ ШЕИ НА ФОНЕ ЭПИГЛОТТИТА С РАЗВИТИЕМ ОСТРОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

A CLINICAL CASE OF WIDESPREAD NECK PHLEGMON ON THE BACKGROUND OF EPIGLOTTITIS WITH THE DEVELOPMENT OF ACUTE RESPIRATORY FAILURE

A. Gromov
D. Petrash
E. Tkachenko
D. Pavlov

Summary. The article is devoted to a severe purulent-inflammatory complication of epiglottitis — a common phlegmon of the neck, accompanied by acute respiratory failure. Epiglottitis is a life-threatening disease accompanied by the development of acute respiratory failure and a probable phlegmonous process in the neck. In the case of the development of neck phlegmon, the cellular spaces of the actual bottom of the oral cavity are not involved, as with odontogenic phlegmon. The spread of the purulent process occurs pre- and retrovisceral, which must be taken into account during surgical treatment. It is necessary to constantly monitor medical personnel due to the high probability of developing acute respiratory failure, requiring tracheostomy aids and intensive care measures.

Keywords: phlegmon, maxillofacial region, epiglottitis, sepsis, surgical infection, tracheostomy.

Громов Александр Леонидович

Д.м.н., федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
gromov.alexandr2011@yandex.ru

Петраш Денис Александрович

К.м.н., федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
petrash.denis2017@yandex.ru

Ткаченко Екатерина Андреевна

Врач-педиатр, Многопрофильный медицинский центр «Медиасс-К»
tkachenko.ekaterina22@yandex.ru

Павлов Даниил Романович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Аннотация. Статья посвящена тяжелому гнойно-воспалительному осложнению эпиглоттита — распространенной флегмоне шеи, сопровождающейся острой дыхательной недостаточностью. Эпиглоттит — это жизнеугрожающее заболевание, сопровождающееся развитием острой дыхательной недостаточности и вероятным флегмонозным процессом в области шеи. В случае развития флегмоны шеи клетчаточные пространства собственно дна полости рта не вовлекаются, как при одонтогенной флегмоне. Распространение гнойного процесса происходит пре- и ретровисцерально, что необходимо учитывать при оперативном лечении. Необходимо постоянное наблюдение медицинского персонала в связи с высокой вероятностью развития острой дыхательной недостаточности, требующей выполнения трахеостомического пособия и мероприятий интенсивной терапии.

Ключевые слова: флегмона, челюстно-лицевая область, эпиглоттит, сепсис, хирургическая инфекция, трахеостома.



Рис. 1. Пациент В., 49 лет, оперативное пособие

Эпиглоттит — это бактериальное воспаление надгортанника и других структур верхнего этажа гортани [1]. Эпиглоттит возможен не только у детей, но и у взрослых [2]. Для острого эпиглоттита характерно быстрое развитие, проявляющееся повышением температуры до 38–39 °С, болями в горле, усиливающимися при глотании, затруднением проглатывания пищи, слюнотечением, иногда нарушением дыхания, изменением голоса. Пациенты с эпиглоттитом стараются занять вынужденное сидячее положение с выдвинутым вперед подбородком, запрокинутой назад головой. При непрямой ларингоскопии выявляется отечность и яркая диффузная гиперемия слизистой оболочки гортани. Максимальные изменения наблюдаются со стороны надгортанника и черпалонадгортанных складок отмечается стекловидный отек, надгортанник увеличен в размере, шарообразной формы, вишневого окраски [3]. Опасность эпиглоттита заключается в достаточно частом возникновении стенозов гортани и развитии различных осложнений, таких как сепсис, эмпиема плевральной полости, медиастинит, ангина Людовика, локальное абсцедирование [3,5]. По данным литературных источников, тонзилогенная этиология флегмон шеи определена в 16% случаев, а флегмонозный ларингит — в 10% [4].

Тема септических и флегмонозных осложнений эпиглоттита представляет определенный научный и практический интерес ввиду тяжести патологии, сложностей диагностики и лечения, высокой вероятности летального исхода.

Рассмотрим клинический случай. Пациент В., 49 лет, водитель, обратился в приемное отделение многопрофильного стационара с жалобами на боли в горле и области шеи, повышение температуры тела до фебрильных значений, общую слабость.

Пациент считает себя больным около трех суток, когда появились боли при глотании и отек шеи. Самостоятельно не лечился. Обратился к ЛОР-врачу по месту жительства, и с диагнозом «Эпиглоттит. Флегмона шеи» был направлен в областную клиническую больницу. в анамнезе — хронический гастрит.

При поступлении в стационар диагноз подтвержден ЛОР-врачом и челюстно-лицевым хирургом. Выполнен эндоскопический осмотр гортани, компьютерная томография шеи и органов грудной клетки. Обнаружен эпиглоттит, инфильтративные изменения мягких тканей супра- и инфрахиоидной части шеи воспалительной

природы, с вовлечением правой подчелюстной слюнной железы. Просвет глотки и преддверия гортани деформирован за счет инфильтрата. Рентгенография шеи по Земцову выявила небольшое расширение превертбрального пространства на уровне С3 до 0,8 см.

Общее состояние пациента средней степени тяжести. Кожные покровы бледно-розовые. Артериальное давление 120/80 мм.рт.ст., частота сердечных сокращений — 100 в 1 минуту. Одышки и удушья нет.

По результатам лабораторного обследования обращает внимание лейкоцитоз до $20 \times 10^9/\text{л}$, в остальном — без изменений.

Таким образом, диагноз тонзиллогенной флегмоны шеи подтвержден. Явлений сепсиса не обнаружено. В качестве оперативного пособия выполнено вскрытие флегмоны шеи под общей анестезией (Рисунок 1). В послеоперационном периоде пациент получал лечение в профильном отделении под наблюдением челюстно-лицевого хирурга и ЛОР-врача. Инфузия физиологического раствора до 1 литра в сутки (пациент принимал пищу и пил самостоятельно, цефотаксим, метрогил.

Несмотря на проводимое лечение, пациент отмечал появление и усиление одышки. Через двое суток, в свя-

зи с развитием острой дыхательной недостаточности второй степени и стеноза гортани 2–3 степени, выполнена экстренная трахеостомия. Установлена трахеостомическая трубка «Portex» № 9 с манжетой.

В течение 10 суток отмечены купирование отека шеи, очищение послеоперационной раны и нормализация лейкоцитоза. Трахеостомическая трубка удалена, наложены вторичные швы. Пациент выписан в удовлетворительном состоянии под наблюдением хирурга и ЛОР-врача по месту жительства.

ВЫВОДЫ

Эпиглоттит — это жизнеугрожающее заболевание, сопровождающееся развитием острой дыхательной недостаточности и вероятным флегмонозным процессом в области шеи. В случае развития флегмоны шеи клетчаточные пространства собственно дна полости рта не вовлекаются, как при одонтогенной флегмоне. Распространение гнойного процесса происходит пре- и ретровисцерально, что необходимо учитывать при оперативном лечении. Необходимо постоянное наблюдение медицинского персонала в связи с высокой вероятностью развития острой дыхательной недостаточности, требующей выполнения трахеостомического пособия и мероприятий интенсивной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кандрина, А.М. Этиологическая структура и клинические особенности острого эпиглоттита у детей / А.М. Кандрина, А.А. Грищенко // Российский педиатрический журнал. — 2019. — Т. 22, № 5. — С. 286.
2. Острый эпиглоттит у детей (этиопатогенез, диагностика, лечение) / М.С. Савенкова, Г.Л. Балясинская, В.А. Бычков [и др.] // Вопросы современной педиатрии. — 2008. — Т. 7, № 5. — С. 91–97.
3. Пальчун, В.Т. Оториноларингология / В.Т. Пальчун, М.М. Магомедов, Л.А. Лучихин. — М.: Медицина, 2002. — 576 с.
4. Флегмоны шеи и торакальные инфекционные осложнения / В.П. Быков, М.А. Калинин, О.В. Собинин, В.Ф. Федосеев // Российская оториноларингология. — 2011. — № 2 (51). — С. 54–61.
5. Шустер А.М. Неотложная помощь в оториноларингологии / А.М. Шустер, В.О. Калина, Ф.И. Чумаков. — М.: Медицина, 1989. — 314 с.

© Громов Александр Леонидович (gromov.alexandr2011@yandex.ru), Петраш Денис Александрович (petrash.denis2017@yandex.ru),

Ткаченко Екатерина Андреевна, Павлов Даниил Романович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ ПРЕПАРАТА НАЗАВАЛЬ В КАЧЕСТВЕ ПРОФИЛАКТИКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АЛЛЕРГИЧЕСКОГО РИНИТА У ДЕТЕЙ

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PRESCRIBING THE DRUG NASAVAL AS A PREVENTION OF ALLERGIC RHINITIS IN CHILDREN

A. Dalgatova
S. Musaeva
A. Asaliev
U. Shikhavova
N. Khasbulatova
M. Jamalova

Summary. A comparative assessment of the effectiveness of prescribing the drug nazaval as a prevention of allergic rhinitis in children living in the city of Khasavyurt of the Republic of Dagestan (RD) and suffering from an allergic reaction to ragweed blooming was carried out. To this end, the results of studies of 156 patients in three groups were studied.

Keywords: allergic rhinitis, nasaval, ambrosia, antihistamines.

Далгатова Асера Арабхановна

К. м. н., профессор РАЕ, ФБГОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
asera.dalgatova@mail.ru

Мусаева Сарат Феликсовна

ФБГОУ ВО «Дагестанский
Государственный медицинский университет»
МЗ РФ

musaeva_dgmu@mail.ru

Асалиева Аида Руслановна

ФБГОУ ВО «Дагестанский
Государственный медицинский университет»
МЗ РФ

asalieva_lech_@mail.ru

Шихавова Умсапият Руслановна

ФБГОУ ВО «Дагестанский
Государственный медицинский университет»
МЗ РФ

Shikhvova@mail.ru

Хасбулатова Ниара Хасбулатовна

ФБГОУ ВО «Дагестанский
Государственный медицинский университет»
МЗ РФ

niara_pharma_@mail.ru

Джамалова Милена Георгиевна

ФБГОУ ВО «Дагестанский
Государственный медицинский университет»
МЗ РФ

djamalova_1@mail.ru

Аннотация. Проведена сравнительная оценка эффективности назначения препарата назаваль в качестве профилактики возникновения аллергического ринита у детей, проживающих в г. Хасавюрт Республики Дагестан (РД) и страдающих аллергической реакцией на цветение амброзии. С этой целью изучены результаты исследований 156 пациентов в трех группах.

Ключевые слова: аллергический ринит, назаваль, амброзия, антигистаминные препараты.

В структуре аллергических заболеваний аллергический ринит имеет высокий удельный вес. Поздняя диагностика и несвоевременное лечение зачастую является причиной серьезных осложнений со стороны ЛОР органов, а также он может быть одним из проявлений бронхиальной астмы и других заболеваний дыхательной системы [1, 2, 5]. Аллергиче-

ский ринит — заболевание, проявляющееся воспалением слизистой носа в ответ на воздействие какого-то вещества (аллергена). Симптомы включают чихание, заложенность носа, зуд в носу, небе, першение в горле, отечность и покраснение глаз, а также отделяемое из носа. Также могут присутствовать неспецифические симптомы, такие как сонливость, слабость, утомляе-

мость. Заболевание это не опасное для жизни, но иногда ему сопутствует бронхиальная астма и/или склонность к анафилактическим реакциям [4, 6].

Чаще всего аллергический ринит вызван воздействием ингаляционных аллергенов, то есть тех, которые находятся в воздухе. Это может быть домашняя пыль, частицы шерсти домашних животных, химические вещества, пыль на производстве (например, цементная) и другие вещества, но самым распространенным триггером заболевания является пыльца растений. Обострение при аллергическом рините, вызванным воздействием пыльцы растений (такой ринит называют поллинозом) возникает в период цветения различных растений, начиная с ранней весны и до глубокой осени [7, 9, 14].

Может быть два сезонных обострения, например, весной или в начале лета в период цветения растений, а потом в конце лета или осенью, когда эти растения начинают высыхать, и их частицы разносятся с ветром.

Встречается форма аллергического ринита, когда симптомы возникают только в помещениях или в определенных местах, иногда заболевание может беспокоить весь год или цикличность обострений не обусловлена сезоном цветения.

Для диагностики заболевания важно тщательно опросить пациента, чтобы максимально сузить поиск возможных аллергенов.

Подтверждается аллергическая реакция на конкретный аллерген с помощью определения специфических антител к иммуноглобулину E (IgE) или кожных проб с аллергенами.

Нередко заболевание может вызываться не одним аллергеном, а несколькими, возможна перекрестная реакция с близкими аллергенами. В некоторых случаях не удается выявить с помощью анализов специфический аллерген, но клиническое исчезновение симптомов в ответ на пробное лечение подтверждает диагноз аллергического ринита.

Также для диагностики может использоваться определение уровня общего IgE, эозинофильного катионного белка (ECP), выявление повышенного уровня эозинофилов в общем анализе крови. Рентгенография и компьютерная томография может понадобиться, если предполагается, что аллергический ринит вызвал осложнения, например, синусит.

Лечебные мероприятия при аллергическом рините начинаются с прекращения воздействия аллергена,

что далеко не всегда возможно выполнить физически. Как и в былые времена — лучшим терапевтическим средством против аллергии является разобщение пациента с аллергеном. Но что делать, если у ребенка аллергия на цветение амброзии, а у родителей нет возможности вывезти ребенка из города в период цветения?

Важнейшее место в плане аллергизации детей в нашем регионе отводится амброзии. Амброзия — это сорное растение, произрастающее в южных регионах Российской Федерации (Краснодар, Ставрополь, Поволжье, Дагестан и др.). Растет она на любой почве и при любых условиях. Пыльца с потоками ветра разносится на сотни километров. Период активного цветения выпадает на август-сентябрь, когда выделяется огромное количество пыльцы этого растения. Последнее десятилетие аллергия на амброзию становится все более серьезной и охватывает с каждым годом сотни новых пациентов. Специалистами Управления Россельхознадзора по РД проведены рейдовые мероприятия на выявление амброзии полыннолистной в городах и районах Республики Дагестан. По результатам обследования общая площадь земель, зараженных злостным сорняком, составляет более 700 гектаров. В нашей республике, в частности, амброзия особенно распространена в городах Хасавюрте, Кизилюрте и Махачкале, где в целом проживают более одного миллиона населения.

Для профилактики и в комплексной терапии аллергического ринита: зуда в носу, отека слизистой носа и нарушения носового дыхания, обильных, жидких, прозрачных выделений из носа, приступов чихания и др. в последние годы чаще прибегают к использованию препарата назаваль [3, 10, 12]. Назаваль действует как естественный барьер по отношению к аэроаллергенам, препятствуя развитию аллергии. Применяется при аллергическом рините для защиты слизистой носа от аэроаллергенов и поллютантов, а также других агрессивных факторов внешней среды, вдыхаемых с воздухом. Перед применением следует провести гигиеническую очистку полости носа. Профилактически при аллергии на пыльцу растений (сезонная аллергия) рекомендуется начать использовать назаваль заблаговременно, за 1–2 недели до предполагаемого начала сезона опыления. При круглогодичном рините (аллергии на домашнюю пыль, животных и др.) назаваль можно использовать ситуационно за 5–10 минут до предполагаемого контакта с аллергеном. Профилактическое применение препарата снижает риск обострения аллергического ринита [8, 11, 13].

В связи с изложенным, **целью настоящего исследования** было изучение эффективности профилактического назначения препарата назаваль среди детей, проживающих в городе Хасавюрт Республики Дагестан

Таблица 1. Состав назального секрета у детей в норме

| Возраст (годы) | эозинофилы | нейтрофилы | лимфоциты |
|----------------|------------|------------|-----------|
| 0–1 | 1–5% | | 3–5% |
| 1–3 | До 7% | 1–3% | 1–3% |
| 4–18 | 1–5% | 1–5% | 5–10% |

и страдающих аллергическим ринитом в результате реакции на цветение амброзии.

Обследование прошли 156 пациентов, с диагнозом аллергический ринит. Отбор больных в исследование проводился из числа лиц, неоднократно обращавшихся за консультацией в Республиканский детский пульмонологический центр (РДПЦ) г. Махачкалы по поводу обострения аллергического ринита. Критериями включения в исследование были: а) аллергическая реакция, связанная с цветением амброзии; б) возраст от 7-ми до 18 лет; в) проживание в г. Хасавюрт. Пациенты были распределены на три группы: в первую группу были включены 72 (46,1%) пациентов, которые за 3–4 недели до начала цветения получали назаваль (в возрастной дозировке). Во вторую группу вошли 46 (29,5%) пациентов, получавших за 3–4 недели до начала цветения амброзии антигистаминные препараты зиртек/кларитин (внутри, в возрастной дозировке). В третью группу вошли 38 (24,3%) детей, получавших назаваль в сочетании с антигистаминными препаратами (в возрастной дозировке).

Полученные данные подвергали статистической обработке по рекомендациям математико-статистической обработки данных медицинских исследований [15] с использованием компьютерной программы «StatistikaV.5.5A».

Периодичность обследования составляла: на 1 неделе от появления первых клинических проявлений заболевания и на 24–25 день от начала заболевания. Родители пациентов были предупреждены, о целесообразности приема препаратов до начала цветения; отбор пациентов по группам производился с учетом пожеланий пациентов.

Проведена сравнительная оценка эффективности назначения препарата назаваль, в качестве профилактики возникновения аллергического ринита у детей, проживающих в Хасавюрте и страдающих аллергической реакцией на цветение амброзии. С этой целью изучены результаты исследований 156 пациентов в трех группах вышеуказанных групп пациентов.

Установлено, что у группы пациентов, получавших назаваль отмечалось: при легкой и средней степени тя-

жести — у 65%- отсутствие проявлений; у 35% — ослабление клинических проявлений. При тяжелой степени у 15% пациентов отмечалось ослабление симптомов аллергии. У группы пациентов, получавших антигистаминные препараты за 3–4 недели до начала цветения амброзии, отмечалось: при легком и среднетяжелом течении заболевания — у 70% исследуемых — отсутствие возникновения признаков аллергического ринита в период цветения; у 30-ти% — уменьшение клинических проявлений (остаются небольшая заложенность носа, без признаков зуда и чихания). При тяжелом течении — у 28% пациентов — ослабление клинических проявлений. У группы пациентов, получавших назаваль в сочетании с антигистаминными препаратами, отмечалось: при легком и среднетяжелом течении заболевания — отсутствие клинических проявлений у 67% пациентов и ослабление проявлений заболевания у 33% пациентов. При тяжелой степени тяжести имеется незначительное уменьшение симптоматики, сохраняются отек, чихание, но без затрудненного дыхания.

Всем пациентам во всех трех группах на первой неделе и на 24–25 день от начала заболевания проводилось исследование на IgE, а также цитологическое исследование секрета из полости носа на наличие эозинофилов. В табл. 1 представлены данные по содержанию эозинофилов, нейтрофилов и лимфоцитов в назальном секрете различных возрастных групп в норме.

Следует отметить следующие степени эозинофилии:

- ◆ Лёгкая — увеличение эозинофилов до 10%;
- ◆ Умеренная — 10–15%;
- ◆ Выраженная — более 15%.

При подготовке к обследованию нужно строго соблюдать следующее:

За 24 часа до взятия мазка не использовать местно-гормональные спреи, мази, солевые растворы, антигистаминные препараты.

Норма уровня Ig E старше 9-ти лет составляет 0–87 МЕ/мл.

При исследовании 156 пациентов у 85% больных выявлено повышение уровня Ig E за 3–4 недели до начала цветения амброзии:

Таблица 2. Первая группа (пациенты, получавшие назаваль по 1 впр. 3–4 раза в день)

| | За 3–4 недели до цветения | 1–2 неделя цветения | 24–25 день от начала цветения |
|--------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Ig E общий | 150МЕ/л | 130МЕ/мл | 80МЕ/мл |
| Эозинофилы в мазке | 10% | 7% | 5% |

Таблица 3. Вторая группа (пациенты, получавшие антигистаминные препараты кларитин/зиртек в возрастной дозировке)

| | За 3–4 недели до цветения | 1–2 неделя цветения | 24–25 день от начала цветения |
|--------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Ig E общий | 200 МЕ/мл | 150 МЕ/мл | 130 МЕ/мл |
| Эозинофилы в мазке | 25% | 20% | 20% |

Таблица 4. Третья группа (пациенты, получавшие назаваль + антигистаминные препараты)

| Ig E общий | 200 МЕ/мл | 100 МЕ/мл | 70 МЕ/мл |
|--------------------|-----------|-----------|----------|
| Эозинофилы в мазке | 25% | 30% | 30% |

- ◆ в 1 группе –150 МЕ/мл
- ◆ во 2 группе –200 МЕ/мл
- ◆ в 3 группе –200 МЕ/мл

В течение 1–2 недели от начала цветения у обследуемых детей отмечалось некоторое уменьшение уровня Ig E, которое соответственно составляло:

- ◆ в 1 группе –130 МЕ/мл
- ◆ во 2 группе –150 МЕ/мл
- ◆ в 3 группе –100 МЕ/мл

Следующее снижения уровня IgE у пациентов наблюдалось на 24–25 день от начала цветения амброзии (примерно через месяц):

- ◆ в 1 группе — 80 МЕ/мл;
- ◆ во 2 группе — 130 МЕ/мл;
- ◆ в 3 группе — 70 МЕ/мл.

Таким образом можно заметить четкую тенденцию по снижению IgE после начала проведения терапии во всех трех группах.

Всем больным во всех трех группах было проведено цитологическое исследование секрета из полости носа на наличие эозинофилов:

Следует отметить, что по данным проведенных исследований в 1 группе пациентов, получавших назаваль за 3–4 недели до начала цветения амброзии отмечалось повышение содержания эозинофилов до 10%. Далее, после начала использования назаваль на 1–2 неделе от начала цветения количество эозинофилов уменьшилось до 7%. Следующее снижение количества эозинофилов отмечалось на 24–25 день от начала цветения (до 5%).

Таким образом, учитывая, что на данный момент неизвестны случаи передозировки препаратом Назаваль, либо возникновение каких-либо побочных реакций, а также препарат можно использовать в детском возрасте, для получения максимального эффекта препарат нужно использовать перед каждым контактом детей с аллергенами. Это связано с тем, что препарат защищает от развития аллергии, действует как естественный барьер по отношению к аэроаллергенам, препятствуя развитию аллергии у детей.

Показана сравнительная эффективность назначения препарата назаваль в качестве профилактики возникновения аллергического ринита у детей, страдающих аллергической реакцией на цветение амброзии в условиях Республики Дагестан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланова А.Ю., Алискандиев А.М., Израилов М.И. и др. Применение внутривенного иммуноглобулина пентаглобин в комплексном лечении тяжелых внебольничных пневмоний у детей //Российский педиатрический журнал. 2019. Т. 22. № 1. С. 28–32.
2. Арсланова А.Ю., Алискандиева З.А., Исмаилова Ф.Э. Эпидемиологические аспекты внебольничной пневмонии у детей и подростков Республики Дагестан //Российский педиатрический журнал, 2019. Т. 22. № 6. С. 349–353.
3. Детские болезни: учебник/ под ред. Р.Р. Кильдияровой. — М.: ГЕОТАР-Медиа, 2015. — 832 с.

4. Дробик О.С., Насунова А.Ю. Аллергический ринит: взгляд аллерголога //Вестник оториноларингологии. 2014, № 2. С. 82–85.
5. Зайцева О.В. Подходы к диагностике и лечению аллергического ринита // Вестник оториноларингологии. — 2011, № 5. С. 62–65.
6. Инфекционные болезни: национальное руководство. /Под ред. Н.Д. Ющука, В.Д. Венгерова. — М.: ГЕОТАР-Медиа, 2009. — 1056 с.
7. Исмаилова Ф.Э., Нагиева С.Э. Вскармливание детей грудного возраста /Учебно-методическое пособие. Изд-во: Дагестанский государственный медицинский университет. Махачкала, 2018. — 75 с.
8. Лопатин А.С. Аллергический ринит //Русский медицинский журнал. — 2003. Т. 11, № 8. — С. 446–452.
9. Нагиев Э.Р. Роль критических систем в определении устойчивости организма к воздействию экстремальных факторов внешней среды. Изд-во: Дагестанский государственный медицинский университет. Махачкала: 2006. — 183 с.
10. Нагиев Э.Р., Арбуханова М.С. Фармацевтическая биохимия. / Изд-во: Дагестанский государственный медицинский университет. Махачкала: 2018. — 80 с.
11. Нагиев Э.Р., Исмаилова Ф.Э. Пособие по возрастной биохимии /Учебное пособие. Издательство: Дагестанский государственный медицинский университет. Махачкала: 2009. — 251 с.
12. Педиатрия. Национальное руководство /под ред. Баранова А.А. — М.: ГЕОТАР-Медиа, 2015. — 768 с.
13. Справочник врача-педиатра. Учебное пособие /под ред. Кильдияровой Р.Р., Колесниковой М.Б. 3-е издание, переработанное и дополненное. — М.: ГЕОТАР-Медиа, 2017. — 256 с.
14. Шабалов Н.П. Детские болезни: учебник для медицинских вузов в 2 т, 8-издание, переработанное и дополненное. — СПб, 2019. — 896 с.
15. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. — СПб: Военно-медицинская академия. 2002. — 266.

© Далгатова Асера Арабхановна (asera.dalgatova@mail.ru), Мусаева Сарат Феликсовна (musaeva_dgmu@mail.ru),
Асалиева Аида Руслановна (asalieva_lech@mail.ru), Шихавова Умсапият Руслановна (Shikhvova@mail.ru),
Хасбулатова Ниара Хасбулатовна (niara_pharma@mail.ru), Джамалова Милена Георгиевна (djamalova_1@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дагестанский государственный медицинский университет

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЛЕЧЕБНОГО ПЛАЗМАФЕРЕЗА

MAIN METHODOLOGICAL ISSUES WITH THERAPEUTIC PLASMAPHERESIS

A. Dalgatova
A. Ulubekova
R. Majidov
M. Magomedov
S. Alieva
Sh. Alimagomedova

Summary. The article analyzes the clinical picture and risk factors during plasmapheresis sessions, the protocol and algorithm for plasmapheresis. From 2021 to 2022, patients who received inpatient and outpatient plasmapheresis treatment were under observation at the State Budgetary Institution of the Republic of Dagestan "Republican Clinical Hospital" (GBU RD "RCH"). The study was single center, retrospective and uncontrolled. The end point of observation was the patient's discharge from the hospital and outpatient card.

Keywords: effective methods, plasmapheresis, centrifugation, outpatient card, plasma exfusion.

Далгатова Асера Арабхановна

К.м.н., ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
asera80@mail.ru

Улубекова Асият Надыровна

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
asiyat97@mail.ru

Меджидов Руслан Магомедгаджиевич

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
ruslan91@mail.ru

Магомедов Магомедали Минкаилович

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
magomedov90@mail.ru

Алиева Саида Абдулмуталимовна

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
alieva0318@mail.ru

Алимагомедова Шахризат Сиражутдиновна

ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
shakhruzat_1@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ клинической картины и факторов риска при проведении сеансов плазмафереза, протокол и алгоритм при проведении плазмафереза. Под наблюдением с 2021 по 2022 г. в Государственном бюджетном учреждении Республики Дагестан «Республиканская клиническая больница» (ГБУ РД «РКБ») находились пациенты, получавшие лечение плазмаферезом стационарно и амбулаторно. Исследование было одно центровым, ретроспективным и неконтролируемым. Конечной точкой наблюдения считали выписку пациента из стационара и амбулаторную карту.

Ключевые слова: эффективные методы, плазмаферез, центрифугирование, амбулаторная карта, эксфузия плазмы.

У 98% пациентов данные лабораторных исследований значительно улучшились. Отмечалось снижение уровня билирубина, аланин, АЛТ, АСТ, аспаратаминотрансферазы и глутамил транспептидазы (ГГТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), С-реактивного белка. Низкий уровень лейкоцитов наблюдался, как правило, в дебюте болезни с тенденцией к повышению нормальных значений в случае развития септических осложнений. У 70% амбулаторных пациентов полностью прошли симптомы аллергии (зуд, высыпания), и рассеянного склероза (мышечная слабость и нарушения координации движений, утомляемость, головокружение проблемы со зрением, нарушения опорно-двигательного аппарата, нарушение речевой функции. В настоящее время методы плазмафереза (ПФ) широко используются в клинической практике. Согласно про-

токолам Всемирной Ассоциации по гемаферезу (1993, 1997 и 2000 гг.) плазмаферез используется в комплексном более 150 заболеваний. Эффективность использования ПФ распределена на 4 основные группы: 1-я — высокая эффективность, рекомендован для лечения как реанимационное пособие (миастенический криз, тиреотоксический криз после струмэктомии, полирадикулоневрит Гийена-Барре, тромботическая тромбоцитопеническая пурпура (болезнь Мошкович), гемолитико-уремический синдром, ДВС в фазе гипокоагуляции, краш-синдром и синдром позиционного сдавления; 2-я — плазмаферез входит в комплексное лечение: системная красная волчанка, васкулит, пузырьчатка, АВО-несовместимая трансплантация костного мозга, ингибиторы к факторам свертывания, наследственная гиперхолестеринемия, большинство отравлений (толь-

ко в случаях, когда токсины связываются с белками), парапротеинемическая полинейропатия, миеломная болезнь, болезнь Вальденстрема, быстро прогрессирующий нефрит; 3-я — имеются отдельные положительные результаты, требующие уточнения и дальнейшего изучения (ювенильный ревматоидный артрит, системная склеродермия, ревматоидный артрит, апластическая (гипопластическая) анемия, аутоиммунная гемолитическая анемия, гемолитическая болезнь новорожденных, иммунная тромбоцитопения, рефрактерность к трансфузиям тромбоцитов и эритроцитов, острая печеночная недостаточность, аутоиммунный тиреодит, болезнь Фабри, хроническое течение рассеянного склероза, дерматомиозит); 4-я — эффективность плазмафереза не доказана и в большинстве случаев сомнительна (псориаз, боковой амиотрофический склероз, почти все психические заболевания, отторжение почечного трансплантата, гиперэозинофильный синдром, болезнь Гоше). Данные протоколы пересматриваются через каждые 4–5 лет, по мере накопления результатов использования плазмафереза, особенно в комбинации с другими методиками гемафереза. Например, эффективность плазмафереза значительно возрастает у больных с иммунной тромбоцитопенией и рефрактерностью к трансфузиям тромбоцитов (3-я группа) при выполнении плазмосорбции через колонки со стафилококковым протеином А или у больных с врожденной паперхолестеринемией (2-я группа) при применении селективной плазмосорбции. С другой стороны, методы лимфоцитозфереза и фотофереза у больных коллагенозами (3-я группа) не повышают эффективность лечения. При проведении плазмафереза алгоритм должен состоять из следующих положений:

- 1 — выбор аппаратуры;
- 2 — оптимальные режимы центрифугирования и кровотока;
- 3 — расчет безопасных и обязательно эффективных объемов эксфузируемой плазмы;
- 4 — адекватное плазмозамещение;
- 5 — правильное определение курса плазмафереза, включая общее количество процедур и интервалы между ними. Плазмаферез на центрифугах производится при удалении малых объемов плазмы (не более 1 литра), при использовании одной вены или при выполнении Сочетанных процедур, например, плазмолейкоцитафереза, плазмо-тромбоцитафереза или плазмафереза с криогепаринопреципитацией. Применение центрифуг общедоступно и не требует больших финансовых затрат. Следует помнить, что максимальной количество эксфузируемой крови должно составлять 4–6 мл/кг и не превышать 15% ОЦК больного. У больных старше 65 лет и у детей до 10 лет безопасные объемы эксфузируемой крови обычно составляют 250–300 мл и равняются 8–10% ОЦК. Проведение плазмафереза на фракционаторах крови показано у больных с нестабильной гемодинамикой, малыми

параметрами ОЦК и ОЦП, у детей в возрасте до 12 лет, у пожилых больных старше 65 лет и при выполнении интенсивного плазмафереза с удалением больших объемов плазмы более 1,0 объема циркулирующей плазмы. У отдельных больных (экстренных, необследованных, с гепатитами, желтухой и вирусносительством) ПФ желательно проводить на закрытой системе, как правило, с использованием фракционаторов крови с последующей обязательной инактивацией плазмы. При использовании центрифуг разделение крови осуществляют 2 способами:

- 1 — «мягкого» центрифугирования (1800–2000 об/мин. в течение 15–20 минут при температуре 22 °С);
- 2 — «жесткого» центрифугирования (2800–3200 об/мин в течение 10 мин, при температуре 22 °С). Режим «мягкого» центрифугирования используется у кардиологических больных, при бронхиальной астме, при высоком содержании «холодовых» антител и криобелков, при сниженной осмотической резистентности эритроцитов.

Главной целью такого центрифугирования является удаление с плазмой тромбоцитов и получение при этом эритромаcсы с величиной гематокрита не более 65%. Режим «жесткого» центрифугирования применяется при плазмаферезе у больных с тромбоцитопенией и лейкопенией, когда необходимо сохранить тромбоциты и лейкоциты за счет их смещения в эритромаcсу, которая затем возвращается больному. Данный способ центрифугирования крови выполняется только на высокоскоростных рефрижераторных центрифугах. При использовании фракционаторов крови оптимальным кровотоком является 40–60 мл/мин, что обеспечивает получение плазмы со скоростью 20–30 мл/мин. Увеличение скорости получения плазмы более 30 мл/мин сопряжено со риском развития цитратной интоксикации и возникновением волемиических нарушений из-за быстрой эксфузии плазмы и достаточно высокой скорости введения плазмозамещающих растворов. При использовании в качестве плазмозамещающей среды свежемороженой плазмы, содержащей до 18 мг/л цитрата, риск возникновения цитратной интоксикации значительно увеличивается. Профилактика таких побочных реакций заключается во введении растворов кальция, в среднем 2 мл 10% раствора кальция хлорида или 10 мл 10% раствора глюконата кальция.

Принято считать, что такое количество кальция вводится после переливания каждого литра СЗП, или после использования 200 мл цитрата у больных с массой менее 60 кг, или после использования более 400 мл цитрата у больных с массой более 70 кг. В большинстве случаев температура воздуха в операционных должна быть 22 градуса Цельсия, что достаточно для профилактики ознобов и температурных реакций при интенсивном плазмаферезе. У больных с аутоим-

мунной гемолитической анемией и криоглобулинемией температура вводимых растворов для выполнения плазмозамещения и антикоагулянта обычно составляет 35–36 °С, что обеспечивается нагреванием крови и растворов в специальных аппаратах. Безопасный и эффективный объем удаляемой плазмы зависит от состояния больных, их возраста, стабильности гемодинамических показателей, от исходного содержания общего белка, уровня альбуминов и величины гематокрита.

Доказано, что снижение у большинства больных уровня общего белка менее 60 г/л предусматривает обязательное введение белковых плазмозамещающих растворов. Расчетный безопасный объем удаляемой плазмы без использования в качестве плазмозамещения белковых растворов определяется по формуле:

$$\text{ОУП} - \text{ОЦП} (\text{ИБ} - 60) / \text{ИБ},$$

где ОУП — объем удаленной плазмы,
ОЦП — объем циркулирующей плазмы
ИБ — исходная концентрация общего белка

Конечную концентрацию общего белка после плазмафереза с учётом исходного содержания можно определить по специальным номограммам (Калинин Н.Н. и соавт., 1993 г). При выполнении первых 2 ПФ, когда уровень общего белка находится в пределах нормы и его запасы в организме еще достаточно, допустимое количество удаленной плазмы рассчитывают, как 25% ОЦП. При выполнении последующих ПФ (N. 3,4,5 и т.д.) расчет производится только по уровню общего белка до процедуры. При снижении уровня общего белка менее 60 г/л проводится предоперационное введение 5% р-ра альбумина с расчетом требуемого количества вводимого белка в граммах. Требуемая концентрация альбуминов обычно равняется 35–40 г/л. Программа плазмозамещения в настоящее время состоит из 4 основных протоколов, которая зависит от объема удаленной плазмы, исходного содержания общего белка, концентрации альбумина и величины ОЦТ.

Плазмозамещение при удалении 0,25 ОЦП проводят введением только растворов кристаллоидов, допускается гиперволемию до 400–500 мл. Такая программа плазмозамещения используется, в основном, у больных с бронхиальной астмой, нейродермитами, дерматозами и крапивницей, поскольку введение высокомолекулярных плазмозамещающих растворов им противо-

показано. В отдельных случаях, у больных с анемией восполнение удаленной плазмы в объеме до 0,25 ОЦП осуществляется введением растворов кристаллоидов и 200 мл перфторана. Наличие у таких больных тромбоцитопении и коагулологических нарушений ограничивает применение растворов перфторана.

Удаление 0,5 ОЦП у больных с нормальным уровнем общего белка требует введения растворов кристаллоидов и декстранов, чаще в соотношении 2:1. Указанный протокол плазмозамещения не выполняется у больных ревматоидным артритом, нефритом, парапротеинемическими гемобластомами, СКВ, васкулитом. Довольно часто этот протокол плазмозамещения используется при выполнении плазмосорбции, когда поэтапно, по 500 мл вся плазма в объеме 0,5 ОЦП перфузируется через гемосорбент. Показано, что у больных с иммунной патологией эффективна 5-кратная перфузия плазмы, а у больных с токсическими и метаболическими нарушениями — 10-кратная перфузия плазмы. При исходной гипопропротеинемии (содержание общего белка < 50 г/л, альбуминов менее 27 г/л), нестабильности гемодинамических показателей (чаще гипотония), у септических больных с выраженной гипотензией удаление 0,5 ОЦП восполняется комбинированным введением 5 или 10% раствора (предпочтительно использование 10% раствора) и свежзамороженной плазмы (СЗП) (из расчета 60% от удаленного белка). Введение СЗП показано только в ситуациях, требующих коррекции гипокоагуляционных параметров. Требуемое количество СЗП обычно определяется из расчета 15–20 мл/кг массы тела. В этих ситуациях необходимо помнить, что содержание общего белка в СЗП несколько меньше (30–45 г/л). В случаях проведения интенсивного ПФ с удалением 1 ОЦП предусмотрено введение белковых сред из расчета 80% от удаленного белка. При тромбоцитопении (количество тромбоцитов < 50x10⁹) и наличии геморрагического синдрома вводимое количество плазмы составляет 20–25 мл/кг массы тела, при показаниях, выполняют трансфузию 4–6 единичных тромбоконцентратов (200–250 x 10⁹ тромбоцитов). Курс лечебного ПФ обычно состоит из 5–6 процедур и равняется суммарному объему 2 ОЦП (при иммунных нарушениях) или 4–5 ОЦП (при эндотоксикозах). Интервалы между процедурами также определяются состоянием больных, переносимостью процедур и восстановлением белковых показателей. У больных с иммунной патологией интервалы между ПФ равняются 3–4 дням, а при метаболических нарушениях или токсических состояниях ежедневно или через день.

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков Б.В., Стецюк Е.А., Петров С.Н. Плазмацитоферез, <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2001-5-2-78-95>
2. Рагимов А.А., Соловьева И.Н. Трансфузиологическая гемокоррекция. М., 2005.

3. Стецюк Е.А. Основы гемодиализа. https://www.studmed.ru/view/stecyuk-ea-osnovy-gemodializa_582507f6689.html
4. Александрова И.В., Мусселиус С.Г., Рей С.И., Рябов Е.Б. Экстракорпоральная детоксикация при острой почечной недостаточности (ОПН) в постна- таль-ном периоде // Тез. докл. IX конф. Моск. общества гемафереза. — М., С. 149.
5. Воинов В.А. Эфферентная терапия — мембранный плазмаферез — плазмаферезов // Тез. докл. IX конф. Моск. общества гемафереза. — М.
6. Ветров В.В. Гестоз с почечной недостаточностью: вопросы патогенеза, клиники и лечения: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук.
7. Воинов В.А., Карчевский К. С., Исаулов О.В. Плазмаферез в нефрологии, <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2017-21-4-95-101>
8. Показания к гемофильтрации. Прогноз почечной недостаточности Источник: <https://meduniver.com/Medical/Xirurgia/1091.html>
9. Калинин Н.Н., Воинов В.А., Гранкин В.И., Макаров Ю.Н. Организация отделения экстракорпоральных методов лечения. М., 2007; 84 с.
10. American Society for Apheresis. Руководство по применению терапевтического афереза в клинической практике. ASFA, 2010; 145 с

© Далгатова Асера Арабхановна (asera80@mail.ru), Улубекова Асият Надыровна (asiyat97@mail.ru), Меджидов Руслан Магомедгаджиевич (ruslan91@mail.ru), Магомедов Магомедали Минкайлович (magomedov90@mail.ru), Алиева Саида Абдулмуталимовна (alieva0318@mail.ru), Алимагомедова Шахризат Сиражутдиновна (shakhruzat_1@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дагестанский государственный медицинский университет

КЛАССИФИКАЦИЯ ЯТРОГЕННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВНЕПЕЧЕНОЧНЫХ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

CLASSIFICATION OF IATROGENIC INJURIES OF EXTRAHEPATIC BILE DUCTS (LITERATURE REVIEW)

**I. Dolakov
R. Gezgieva**

Summary. The article presents a review of the literature devoted to one of the important problems of modern biliary surgery — “fresh” iatrogenic trauma of the main bile ducts. Classification and diagnostics both isolated and combined injury of the extrahepatic bile ducts and vessels of the hepatoduodenal ligament, significantly affecting the result of their surgical treatment are presented in details. The urgency of this problem is also due to the increase in patients with cholelithiasis respectively the number of performed cholecystectomies increases especially laparoscopic and the frequency of iatrogenic damage to the bile ducts remains high for a long time and tends to increase. The injury of the LC is accompanied by a high level of complications, mortality and unsatisfactory long-term results condemning patients to long-term multi-stage surgical treatment.

Keywords: damage to the bile ducts, cholecystectomy, extrahepatic bile ducts.

Долаков Ибрагим Гапурович

К.м.н., Ингушский государственный университет
i_dolakov@mail.ru

Гезгиева Райшат Каримовна

К.м.н., Ингушский государственный университет
rgezgieva@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор литературы, посвященный одной из важных проблем современной билиарной хирургии — «свежей» ятрогенной травме магистральных желчных протоков. Подробно представлены классификации как изолированной, так и комбинированной травмы внепеченочных желчных протоков и сосудов гепато-дуоденальной связки, значительно влияющей на результат их хирургического лечения. Актуальность данной проблемы обусловлена также увеличением больных с холецистэктомией, соответственно, возрастает количество выполняемых холецистэктомий, особенно лапароскопических, и частота ятрогенных повреждений желчных протоков остается высокой на протяжении длительного времени, и имеет тенденцию к увеличению. Травма ЖП сопровождается высоким уровнем осложнений, летальности и неудовлетворительных отдаленных результатов, обрекая больных на длительное многоэтапное хирургическое лечение.

Ключевые слова: повреждение желчных протоков, холецистэктомия, внепеченочные желчные протоки.

ЖП — желчные протоки

ЛХЭ — лапароскопическая ХЭ

МЖП — магистральный желчный проток

ОЖП — общий желчный проток

ОПП — общий печеночный проток

ТЖП — травма желчных протоков

ХЭ — холецистэктомия

Ятрогенная травма желчных протоков является тяжелым осложнением ряда оперативных вмешательств, приводящая к развитию желчеистечения, желчного перитонита, механической желтухи, а в отдаленном периоде — посттравматических рубцовых стриктур, желчных свищей, гнойного холангита, вторичного билиарного цирроза печени, инвалидизации больных. Учитывая, что желчнокаменной болезнью страдает около 15–20% взрослого населения, возрастание заболеваемости с увеличением возраста, возрастает количество выполняемых холецистэктомий, и соответственно, увеличивается количество пациентов с ТЖП.

В Российской Федерации количество всех видов холецистэктомий составляет около 200 000 в год, а в США — 750 000, подавляющее большинство из которых выполняются лапароскопически. ТЖП встречаются в 0,1–1,0% случаев при выполнении открытой ХЭ и лапароскопической — в 0,4–3,68% [5]. Наиболее часто желчные протоки повреждаются при холецистэктомиях (70–94% всех случаев ТЖП), реже при операциях на желудке, двенадцатиперстной кишке, печени, поджелудочной железе, вследствие открытых и закрытых повреждений органов брюшной полости.

Травма ЖП сопровождается высоким уровнем осложнений (10–47%), летальности (5–28,2%) и неудовлетворительных отдаленных результатов [14]. По данным R. Cattel, в 30% случаев травма ЖП приводит к смертельному исходу, а как отмечает W. Hess, средний срок жизни больных после восстановительных операций на ЖП по поводу их травмы составляет около 7 лет. По Gouma D.J. et al. (2004), в течение 9-летнего периода наблюдения показатели летальности у больных с ТЖП

Таблица 1. Классификация повреждений внепеченочных желчных протоков (Bismuth H., 1982)

| Тип | Критерии |
|-----|---|
| I | Низкое повреждение/стриктура с длиной культы ОПП более 2 см |
| II | Среднее повреждение/стриктура — культа ОПП длиной менее 2 см |
| III | Высокое повреждение/стриктура — культа ОПП отсутствует, бифуркация сохранена |
| IV | Высокое повреждение/стриктура — бифуркация разрушена с утратой сообщения между правым и левым печеночным протоком |
| V | Повреждение aberrантного правого секторального печеночного протока (изолированное или в сочетании с ОПП) |

были в 3 раза выше, чем при их отсутствии [10]. По данным S.C. Schmidt и соавторов (2005), в течение в среднем 61,3 мес. наблюдения у 19% больных развились отдаленные билиарные осложнения, включая стриктуры желчных протоков, цирроз печени, а летальность составила 6% [13].

Основные механизмы травмы ЖП: пересечение, иссечение части протока, лигирование, клипирование, диатермокоагуляция, и их сочетание.

Для ЛХЭ характерно превалирование дефектных повреждений. Нередко травмы протоков возникают в результате сочетанного действия двух факторов — механического и термического, что существенно повышает тяжесть повреждения. С широким внедрением видеохирургических технологий появились такие осложнения, как термическое повреждение стенки протока или клипирование ЖП, которые встречаются в 0,2–5% случаев выполнения ЛХЭ. Другой немаловажной особенностью ЛХЭ стало увеличение удельного веса высоких повреждений. Травмы на уровне общего печеночного протока, бифуркации долевого протоков и изолированного правого и левого долевого протоков составляют 69%, при «открытой» холецистэктомии такие повреждения встречаются в 44,8% [5,6].

Таким образом, травма ЖП остается актуальной проблемой и в настоящее время, своевременная их диагностика и лечение является важной составляющей благоприятного исхода.

В литературе приводится большое количество различных факторов, при наличии которых повышается риск «острой» травмы МЖП. Основные факторы, способствующие повреждению МЖП: 1) аномалии развития ЖП; 2) выраженные воспалительные изменения в области шейки желчного пузыря; 3) резкое натяжение и перегиб протока во время обработки культы пузырного протока; 4) принятие печеночно-желчного протока за пузырный проток; 5) попытки остановить кровотечение из пузырной артерии «вслепую»; 6) грубые инструментальные исследования МЖП; 7) синдром Мирризи.

Надо признать, что основной причиной повреждения МЖП является техническая погрешность при выполнении различных хирургических вмешательств. Также причинами, влияющими на частоту травмы МЖП, являются кроме квалификации и опыта хирурга, качество инструментария, оснащенность для инструментальной, рентгеновской или эндоскопической ревизии МЖП, выбор доступа, оснащенность самой операционной и многие другие.

В литературе представлено множество классификаций ятрогенных повреждений ЖП, согласно которым определяется выбор тактики лечения пациента. Наиболее часто используют классификацию H. Bismuth [9, 13], основанную на длине оставшейся проксимальной культы желчного или печеночного протоков, имеющей решающее значение при выборе метода оперативного лечения (табл. 1) и классификацию S.M. Strasberg:

Классификация S.M. Strasberg [20, 21] расширяет классификацию H. Bismuth, включив «малые» повреждения желчных протоков:

Класс А — желчеистечение из пузырного или дополнительных желчных протоков при сохранении непрерывности общего желчного протока.

Класс В — клипирование (перевязка) aberrантного протока без потери непрерывности общего желчного протока.

Класс С — желчеистечение из aberrантного желчного протока.

Класс D — частичное рассечение общего желчного протока.

Класс E — полное пересечение общего желчного протока. Деление на подтипы (E_1 — E_3) основано на длине оставшейся культы гепатикохоледоха по классификации H. Bismuth.

Широкое распространение получила классификация, разработанная в Академическом медицинском центре г. Амстердама (1996), согласно которой выделяют 4 вида повреждений, учитывая наряду с характером повреждения и уровень первичного повреждения:

Тип А. Желчеистечение из пузырного протока или периферических печеночных ветвей.

Тип В. Большое повреждение желчных протоков с желчеистечением (из ОЖП или аберрантных сегментарных внепеченочных ветвей правого печеночного протока) с или без сопутствующих желчных стриктур.

Тип С. Нарушение проходимости ОЖП без желчеистечения.

Тип D. Полное пересечение ОЖП с или без его парциального иссечения.

Весьма современной считается классификация «АТОМ», опубликованная A. Fingergut et al. (2013), на основании 15-ти ранее предложенных классификаций. Разработанная под эгидой Европейской ассоциации эндоскопической хирургии (EAES), она использует семантическую коннотацию «АТОМ», которая объединяет следующие категории: А (anatomy) — анатомия; Т_о (time of) — время от момента повреждения; М (mechanism) — механизм повреждения, подразумевающий ряд параметров: (1) — анатомическая зона поражения NMBD (non-main bile duct) — не магистральный ЖП и MBD (main bile duct) — магистральный ЖП; анатомические уровни повреждения MBD от 1 до 6: 1 уровень — > 2 см от нижней границы конфлюэнса; 2 уровень — < 2 см от нижней границы конфлюэнса; 3 уровень — вовлечение конфлюэнса с сохранением перемычки между долевыми протоками; 4 уровень — вовлечение конфлюэнса с разрывом связи между ними; 5 уровень — повреждение правого или левого долевого протока; 6 уровень — изолированное повреждение правого секторального ЖП. Далее характеристике подвергаются Oc (occlusion) — окклюзия или D (division) — разделение протока; P (partial) — частичное или C (complete) — полное, LS (loss of substance) — потеря ткани, VBI (vasculobiliary injury) — сосудисто-протоковое поражение с указанием сосуда; (2) — время повреждения: E_i (early intraoperative) — раннее интраоперационное, E_p (early

postoperative) — раннее послеоперационное, L (late) — позднее; (3) механизм повреждения: Me (mechanical) — механический или ED (energy-driven) — в результате энергетического воздействия.

В.И. Малярчук, Ю.Ф. Пауткин (2000) для выбора оптимальной хирургической тактики выделяют «малую травму» протока: отрыв пузырного протока, ранение протока в области устья пузырного протока, ранение стенки протока до 4 мм и «большую травму» — полное пересечение протока, иссечение стенки протока, иссечение фрагмента протока, ранение стенки протока более 10 мм [8].

А.Д. McMahon и соавт. (1995) выделяют большие повреждения желчных путей (>25% диаметра желчного протока, пересечение общего печеночного или обще-

го желчного протоков, развитие послеоперационной стриктуры протока) и малые (повреждение <25% диаметра желчного протока или места соединения пузырного протока и ОПП) [20].

G. Branum et al. (1997) также предлагают разделение на «большие билиарные повреждения» и желчеистечение. На таком же принципе Л.Е. Славин и И.В. Федоров (1998) разделяют все повреждения МЖП на «большие» и «малые», что определяет тактику лечения и прогноз. К большим они относят полное пересечение общего желчного протока, долевого протока или повреждение его окружности более чем на 50% и выделяют 5 стандартных механизмов травм:

- ◆ ОЖП принимают за ПП, клипируют и пересекают, повреждая печеночную артерию с развитием профузного кровотечения. Встречается в 20% случаев;
- ◆ клипируют ПП и ОЖП, принимая его за проксимальный конец, пересекают полностью ОЖП с развитием обильного желчеистечения. Наблюдается у 10% пациентов;
- ◆ повреждение правого печеночного протока, ошибочно принятого за пузырный проток;
- ◆ одномоментное клипирование и пересечение сложных в дубликатуру при неправильной тракции ОПП и ОЖП. Встречается наиболее часто около 50%;
- ◆ электрокоагуляционное поражение, приводящее к стриктурам ВЖП. К «малым» авторы относят краевые ранения ВЖП, несостоятельность культи пузырного протока, пересечение мелких желчных протоков (ходов Люшка). Siewert (1994) различает травмы желчных протоков с дополнительным повреждением сосудов и без них.

L. Krähenbühl и соавт. (2001) к большим относят любые повреждения ОПП и ОЖП, а к малым — повреждения пузырного протока или мелких желчных ходов в ложе желчного пузыря. Скопление желчи в послеоперационный период, наблюдаемое при отсутствии большого или малого повреждений, авторы трактуют как подтекание желчи [19].

М.Е. Ничитайло и соавт. [9] пользуются собственной классификацией, разработанной на основе классификаций Н. Bismuth (1982) и А.Д. McMahon и соавторов (1995) (табл. 2).

По характеру повреждений разработана классификация Bile Duct Injury Classification System — BDICS, которая различает: BDICS класс 1 — латеральное или парциальное повреждение протока, BDICS класс 2 — пересечение протока, BDICS класс 3 — пересечение или парциальная резекция протока.

Таблица 2. Классификация повреждений желчных протоков, используемая в исследовании М.Е. Ничитайло и соавторов (1980–2011)

| Тип | Подтип |
|--|---|
| Малые (А) | A ₁ — повреждение добавочных протоков в ложе желчного пузыря A ₂ — несостоятельность культи пузырного протока |
| Большие повреждения магистральных протоков с повреждением сосудов (1) или без него (0) | Полные (В) — пересечение, иссечение сегмента протока, лигирование или клипирование, которые, в свою очередь, классифицируются по Н. Bismuth (1982): I — низкий, сохранено более 2 см ОПП II — средний, сохранено менее 2 см ОПП III — высокий, развилка сохранена IV — высокий, развилка разрушена V — поврежден правый добавочный печеночный проток (один или в сочетании с ОПП). Частичные (С) — краевые повреждения, электроожог, парциальное лигирование или клипирование |

Таблица 3. Классификация «свежих» повреждений магистральных желчных протоков (ПЛХ–ILS), определяющая выбор операции (Э.И. Гальперин, А.Ю. Чевокин, 2010)

| Повреждение (П) Injury (I) | Локализация (Л) Localization (L) | Опыт хирурга | Рекомендуемая операция |
|---|----------------------------------|--------------|---|
| Пересечение, иссечение | Внутри-и внепеченочная | XC (SS) | Реконструктивная |
| | Внепеченочная | X (S) | Дренирование магистральных желчных протоков как первый этап операции* |
| Парциальное (краевое) термическое, клипирование | Внутрипеченочная | X (S) | Восстановительная, обычно на каркасном дренаже |
| | | XC (SS) | Восстановительная, обычно на каркасном дренаже |
| | | X (S) | Подведение дренажа к месту повреждения* |

Примечание: * — второй этап операции следует выполнить в течение первых пяти суток, если это невозможно — через 2–3 месяца; характер ранения (повреждения — П; Injury — I): пересечение, иссечение, краевое повреждение, термическое, клипирование; локализация повреждения (локализация — Л; Localization — L): внепеченочное («+1» и «+2»), внутрипеченочное («0» и «-3»); наличие хирурга-специалиста, имеющего опыт реконструктивной хирургии желчных протоков (общий хирург — X, Surgeon — S, хирург-специалист — XC; Surgeon specialist — SS) ее результаты. Отсутствие хирурга-специалиста оправдывает дренирование проксимального отдела протока в качестве первого этапа лечения. При пересечении или иссечении стенки протока лучшие результаты дает реконструктивная операция.

В нашей стране широкое распространение получила классификация, разработанная Э.И. Гальпериным. В 2009 году Э.И. Гальперин и А.Ю. Чевокин предложили классификацию ILS «свежих» повреждений [4, 5]. В 2010 году она дополнена рубрикой «Опыт хирурга» — классификация ПЛХ–ILS (табл. 3). Эта классификация в отличие от ранее предложенных, обосновывает выбор операции, что очень важно для практического хирурга. На основании классификации ПЛХ–ILS авторы сформулировали тактические рекомендации при «свежей» травме МЖП. Так, квалификация хирурга при проведении операции по поводу пересечения или иссечения магистральных желчных протоков во многом определяет ее исход.

В приведенных выше классификациях не отражены комбинированные повреждения желчных протоков и сосудов, значительно ухудшающих прогноз. Ганновская классификация включает наряду с ТЖП и повреждения сосудов, но она не нашла столь широкого применения в клинике (табл. 4) [15].

Проблема «острой» ТЖП актуальна и тем, что по данным S.B. Archer et al. (2001), в более 60% случаев травма ЖП остается незамеченной во время ЛХЭ [13]. Повреждение желчных протоков интраоперационно обнаруживается в среднем у 16–29% больных, а в остальных случаях — в разные сроки послеоперационного периода [4, 9, 10]. При выявлении травмы

Таблица 4. Ганноверская классификация повреждений внепеченочных желчных протоков (Bektas H. et al., 2007)

| Тип | Критерии |
|-----|---|
| A | Периферическое желчеистечение (при сохранении магистрального желчеоттока): A ₁ — желчеистечение из пузырного протока A ₂ — желчеистечение из ложа желчного пузыря |
| B | Стеноз магистрального желчного протока без повреждения (например, клипсой): B ₁ — неполный B ₂ — полный |
| C | Тангенциальные повреждения ОЖП: C ₁ — малые точечные повреждения (<5 мм) C ₂ — протяженные повреждения (>5 мм) ниже бифуркации C ₃ — протяженные повреждения на уровне бифуркации C ₄ — протяженные повреждения протоков выше бифуркации с повреждением сосудов (например C ₁ d): d — правая печеночная артерия s — левая печеночная артерия p — собственно печеночная артерия com — общая печеночная артерия c — пузырная артерия pv — воротная вена |
| D | Полное пересечение желчного протока: D ₁ — без дефекта ниже зоны слияния пузырного протока и ОПП D ₂ — с дефектом ниже зоны слияния пузырного протока и ОПП D ₃ — на уровне бифуркации протоков (с дефектом или без) D ₄ — над уровнем бифуркации протоков (с дефектом или без) с повреждением сосудов (например D ₄ d): d — правая печеночная артерия s — левая печеночная артерия p — собственно печеночная артерия com — общая печеночная артерия c — пузырная артерия pv — воротная вена |
| E | Поздние стриктуры желчных протоков: E ₁ — короткая стриктура ОЖП (<5 мм) E ₂ — протяженная стриктура ОЖП (>5 мм) E ₃ — стриктура ОПП в зоне бифуркации E ₄ — стриктура правого печеночного или сегментарного протока |

во время ЛХЭ необходимо перейти на открытую операцию, определится с видом и уровнем повреждения и тактикой лечения.

Усложняется ситуация при комбинированном повреждении МЖП и сосудов гепато-дуоденальной связки (общей печеночной артерии, правой или левой печеночной артерии, воротной вены или ее ветвей). Такое сочетанное повреждение наблюдается в 13,8–32% случаев ТЖП при холецистэктомии [24], использование же ангиографии повышает этот показатель до 47% [12].

Исходом сочетанной ТЖП и ветвей печеночной артерии является либо компенсация артериального кровообращения печени за счет развития коллатералей, либо ишемия, инфаркт, атрофия доли печени, гемобилия, и абсцедирование доли печени при неадекватном оттоке желчи. Частота тяжелых сочетанных сосуди-

сто-протоковых повреждений при ЛХЭ по поводу ОХ составляет 0,2–1,1%, что в 2–5 раз больше, чем при открытой холецистэктомии. [3]. Часто повреждение сосудов устанавливают после операции по результатам ангиосканирования (или ангиографии) и мультиспиральной компьютерной томографии. Основные причины повреждения сосудов — перевязка или прошивание сосудов при внезапно возникшем кровотечении, клипирование, раздавливание зажимом [7, 9].

S.M. Strasberg, W.S. Helton (2011) указывают, что у 10% пациентов повреждение правой печеночной артерии и желчных протоков может приводить к ишемии и постепенной атрофии паренхимы печени [16].

Повреждения воротной вены, общей или собственной печеночной артерии встречаются гораздо реже, но влекут за собой значительно более серьезные по-

следствия, включая некроз печени [16]. В.N. Thompson и соавторы (2007) указывают на то, что у 57% больных с комбинированным повреждением ЖП и сосудов потребовалось выполнение резекции или трансплантации печени [23]. А согласно данным S. Truant и соавторов (2010), в группе пациентов с комбинированным повреждением желчных протоков типа E₄, E₅ по классификации S.M. Strasberg и соавторов (1995), и сосудов необходимость резекции печени возникает в 43,3 раза чаще, чем у пациентов с изолированными повреждениями желчных протоков [25].

Однако тактика при сочетанной ТЖП и сосудов до сих пор остается предметом диспута. Несмотря на ожидаемые и, казалось бы, очевидные преимущества реваскуляризирующих операций, выполнение их порой представляет значительную трудность либо технически неосуществимо, особенно в послеоперационном периоде, из-за выраженных местных воспалительных процессов или невозможности обнаружить дистальную ветвь сосуда, в связи с чем реконструктивные операции на сосудах выполняются у 7,7% больных при сочетанном повреждении ЖП и сосудов [9].

О. Bilge, S. Bozkiran, I. Ozden приводят данные, что при сравнении групп больных с изолированной и сочетанной ТЖП при достоверно более высокой частоте осложнений при сочетанной травме, в периоперационном периоде все пациенты в обеих группах живы, успешные отдаленные результаты были практически одинаковыми (100 и 96% соответственно) [12].

A. Alves, F. Olivier, N. Jerome (2003) отмечают, что сочетанное с ТЖП повреждение правой печеночной артерии не влияет на результат операции по Нерр-Сюинауд, при этом авторы отметили положительный результат в 95% наблюдений, независимо от наличия или отсутствия повреждения ветвей печеночной артерии наряду с ТЖП [12].

В то же время многие исследователи считают, что ранее восстановление кровотока позволяет предупредить возникновение тяжелых осложнений и достичь положительного результата у большинства больных [9].

Надо отметить, что немаловажным является тот факт, что интраоперационное выявление повреждения сосудов весьма незначительно, и почти у всех больных диагностируется в раннем или отдаленном послеоперационном периоде [9, 10].

N. Gupta, H. Solomon, R. Fairchild (1999) отмечают, что при комбинированном повреждении ЖП и ветвей печеночной артерии в ближайшем послеоперационном периоде у 75% больных наблюдался очаговый некроз и/

или абсцесс печени, а у 50% больных — несостоятельность швов анастомоза, при наличии только изолированной ТЖП ее не было [27]. Такие же данные приводят М.Е. Ничитайло и соавт. (2011), указывая, что при комбинированном повреждении ЖП и ветвей печеночной артерии у 57,7% больных возник некроз печени с абсцедированием, частота абсцедирования печени была достоверно выше, нежели при изолированной ТЖП (6,7 и 2% соответственно) [1, 9, 10].

Следует обратить внимание, что при ТЖП типа Bismuth III–IV частота комбинированных повреждений ЖП и ветвей печеночной артерии значительно выше, чем при ТЖП типа Bismuth I–II [19].

Интраоперационными признаками повреждения ЖП являются [1, 2]:

- ◆ появление желчи в области операционного поля при неясном источнике её истечения;
- ◆ появление дополнительных трубчатых структур в области шейки желчного пузыря;
- ◆ расширение предполагаемой культы пузырного протока к концу операции.

Для верификации травмы и уточнения ее характера следует выполнить интраоперационную холангиографию. В послеоперационном периоде для этой цели используют УЗИ, фистулохолангиографию, эндоскопическую ретроградную холангиопанкреатографию, магнитно-резонансную холангиопанкреатографию, интраоперационную холангиографию при повторной операции.

Заключение

Ятрогенная травма желчных протоков приводит к развитию желчеистечения, желчного перитонита, механической желтухи, а в отдаленном периоде — рубцовых стриктур, желчных свищей, вторичного билиарного цирроза печени, инвалидизации больных. Травма ЖП сопровождается высоким уровнем осложнений, летальности и неудовлетворительных отдаленных результатов. Ятрогенное повреждение ЖП в 30% случаев приводит к смертельному исходу, средний срок жизни больных после восстановительных операций на ЖП по поводу их травмы составляет около 7 лет. С целью профилактики ятрогенной травмы желчных протоков необходимо строго идентифицировать структуры гепатодуоденальной связки, области ворот печени при ХЭ и при любых сомнениях или неясной анатомической ситуации использовать дополнительные методы для идентификации желчных протоков.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аскаров П.А. «Свежие» повреждения внепеченочных желчных протоков. ШПИТАЛЬНА ХІРУРГІЯ. Журнал імені Л.Я. Ковальчука. 2018. № 1. 78–86.
2. Аскаров П.А. Дифференцированный подход при повреждениях желчных протоков // Scientific Discussion. — 2017. — Т. 16, № 1. — С. 10–22.
3. Акбаров М.М. Курбаниязов З.Б., Рахманов К.Э. Совершенствование хирургического лечения больных со «свежими» повреждениями магистральных желчных протоков // Шпитальна хірургія. — 2014. — № 4. — С. 39–44.
4. Гальперин Э.И., Чевокин А.Ю. «Свежие» повреждения желчных протоков. ХИРУРГИЯ 10, 2010. С 4–10.
5. Гальперин Э.И. Диагностика и лечение различных типов высоких рубцовых стриктур печеночных протоков / Э.И. Гальперин, А.Ю. Чевокин, Н.Ф. Кузовлев // Хирургия. — 2004. — № 5. С. 26–31.
6. Галлингер Ю.И. Повреждения гепатикохоледоха при лапароскопической холецистэктомии / Ю.И. Галлингер, В.И. Карпенкова // Анналы хирург, гепатологии. — 2000. — № 2. — С. 104–104.
7. Майстренко Н.А., Ромащенко П.Н., Алиев А.К., Сибирев С.А. Острое повреждение желчевыводящих протоков. Вестник Российской Военно-медицинской академии, 1 (53) — 2016. 124–130.
8. Малярчук В.И. Пауткин Ю.Ф. Современный шовный материал и прецизионная техника шва в хирургии доброкачественных заболеваний внепеченочных желчных протоков. М., 2000. С 201.
9. Ничитайло М.Е., Скумс А.В., Шкарбан В.П., Литвин А.И., Шевчук Б.Л., Скумс А.А. Комбинированное повреждение желчных протоков и сосудов при холецистэктомии: особенности клинического течения и хирургической тактики. Клінічна хірургія. — 2011. — № 6. 7–11.
10. Погосян Г.А. Ятрогенные повреждения внепеченочных желчных протоков, результаты хирургического лечения. Дисс. на соискание уч. ст. к.м.н. Ставрополь, 2014 г. С 23.
11. Шойхет Я.Н., Устинов Г.Г., Пономаренко Е.А., Шпиготский А.Н., Григорян А.М., Чиликиди К.Ю., Марьян А.В. Интраоперационные повреждения желчных путей. сибирский медицинский журнал № 4`2008 (выпуск 2). 87–90
12. Alves A., Olivier F., Jerome N. Incidence and consequence of an hepatic artery injury in patients with postcholecystectomy bile duct strictures // Ann. Surg. — 2003. — Vol. 238, N 1. — P. 93–96.
13. Archer S.B., Brown D.W., Smith C.D. et al. (2001) Bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy: results of a national survey. Ann. Surg., 234 (4): 549–558.
14. Bismuth H. (1982). Postoperative strictures of the bile ducts. In: L.H. Blumgart (Ed.) The Biliary Tract V. Churchill-Livingstone, New York, p. 209–218.
15. Bektas H., Schrem H., Winny M., Klempnauer J. (2007) Surgical treatment and outcome of iatrogenic bile duct lesions after cholecystectomy and the impact of different clinical classification systems. Br. J. Surg., 94 (9): 1119–1127.
16. Blumgart L.H. (1994) Hilar and intrahepatic biliary enteric anastomosis. Surg. Clin. North Am., 74 (4): 845–863.
17. de Santibañes E., Palavecino M., Ardiles V., Pekolj J. (2006) Bile duct injuries: management of late complications. Surg. Endosc., 20 (11): 1648–1653.
18. Gouma D.J., Rauws E.A., Laméris J.S. (2004) Bile duct injury after cholecystectomy: risk of mortality substantially higher. Ned. Tijdschr. Geneesk., 148 (21): 1020–1024.
19. Krähenbühl L., Scwabas G., Wente M.N. et al. (2001) Incidence, risk factors, and prevention of biliary tract injuries during laparoscopic cholecystectomy in Switzerland. World J. Surg., 25 (10): 1325–1330.
20. McMahon A.J., Fullarton G., Baxter J.N., O'Dwyer P.J. (1995) Bile duct injury and bile leakage in laparoscopic cholecystectomy. Br. J. Surg., 82 (3): 307–313.
21. Strasberg S.M., Helton W.S. (2011) An analytical review of vasculobiliary injury in laparoscopic and open cholecystectomy. HPB (Oxford), 13 (1): 1–14.
22. Strasberg S.M., Hertl M., Soper N.J. (1995) An analysis of the problem of biliary injury during laparoscopic cholecystectomy. J. Am. Coll. Surg., 180 (1): 101–125.
23. Thomson B.N., Parks R.W., Madhavan K.K., Garden O.J. (2007) Liver resection and transplantation in the management of iatrogenic biliary injury. World J. Surg., 31 (12): 2363–2369.
24. Tzovaras G., Dervenis C. (2006) Vascular injuries in laparoscopic cholecystectomy: an underestimated problem. Dig. Surg., 23 (5–6): 370–374.
25. Truant S., Boleslawski E., Lebuffe G. et al. (2010) Hepatic resection for post-cholecystectomy bile duct injuries: a literature review. HPB (Oxford), 12 (5): 334–341.
26. Bilge O., Bozkiran S., Ozden I. The effect of concomitant vascular disruption in patients with iatrogenic biliary injuries // Langenbecks Arch. Surg. — 2003. — Vol. 388. — P. 265–269.
27. Gupta N., Solomon H., Fairchild R. Management and outcome of patients with combined bile duct and hepatic artery injuries // Arch. Surg. — 1998. — Vol. 133. — P. 176–181.

© Долаков Ибрагим Гапурович (i_dolakov@mail.ru), Гезгиева Райшат Каримовна (rgezgieva@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОТБЕЛИВАНИЯ НА ТВЕРДЫЕ ТКАНИ ЗУБА

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECT OF VARIOUS BLEACHING AGENTS ON THE HARD TISSUES OF THE TOOTH

E. Yeliseykina
E. Semeleva
E. Zinoviev

Summary. This article assesses the impact of bleaching systems on the hard tissues of the tooth and the need for the use of remineralizing agents after the bleaching procedure. The choice of bleaching method, first of all, depends on the nature of discoloration: its origin, the strength of the connection with the hard tissues of the tooth and the depth of the location in them. This study allows us to determine the severity of structural changes in the hard tissues of the tooth after the bleaching procedure, which affect such properties of the enamel as sensitivity and resistance; and also helps in the appointment of remineralizing agents after home and professional bleaching.

Keywords: aesthetic dentistry, bleaching, bleaching systems, remineralizing agents.

Елисейкина Елена Валерьевна

Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Медицинский институт
trifan.elena2994@gmail.com

Семелева Елена Владимировна

Доктор медицинских наук, Национальный
исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва, Медицинский
институт
shtanina37@mail.ru

Зиновьев Евгений Витальевич

Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Медицинский институт
zinoviev@yandex.ru

Аннотация. В данной статье дается оценка воздействия отбеливающих систем на твердые ткани зуба и необходимости применения реминерализующих средств после процедуры отбеливания. Выбор метода отбеливания, в первую очередь, зависит от природы дисколорита: его происхождения, прочности соединения с твердыми тканями зуба и глубины расположения в них. Данное исследование позволяет определить выраженность структурных изменений твердых тканей зуба после процедуры отбеливания, которые влияют на такие свойства эмали, как чувствительность и резистентность; а также помогает в назначении реминерализующих средств после домашнего и профессионального отбеливания.

Ключевые слова: эстетическая стоматология, отбеливание, отбеливающие системы, реминерализующие средства.

Введение

С каждым годом эстетическая стоматология становится все более востребованной. Это связано с тем, что современные пациенты обладают не плохой «стоматологической грамотностью» и активно заботятся о состоянии своего здоровья, а в первую очередь — полости рта.

Люди начинают понимать, что красивые белые зубы — это элемент современной культуры, здоровья, красоты, успеха и символ молодости. Красивые белые зубы стали неотъемлемым критерием успешного имиджа современного человека. Случается даже так, что для большинства пациентов цвет зубов определяет эстетику улыбки в большей степени, чем расположение зубов в зубной дуге [1; 4; 7].

Хорошо известен тот факт, что приятное впечатление от улыбки в первую очередь создается именно за счет цвета зубов. К сожалению, в течение жизни зубы теряют свою белизну, что главным образом влияет на самооценку человека и приводит к неудовлетворенности своим внешним видом. Поэтому сейчас отбеливание зубов приобретает все большую и большую популярность.

Также параллельно увеличивается число врачей, которые рекомендуют отбеливание, и количество пациентов с положительным эффектом лечения. К отбеливанию каждый из стоматологов относится неоднозначно: одни не приветствуют отбеливание, а другие наоборот — активно рекомендуют, поскольку считают их эффективной альтернативой винирам. Но следует иметь в виду, что витальное отбеливание подразумева-

ет под собой и отрицательные моменты по отношению к состоянию твердых тканей зубов. Поэтому важно четко понимать необходимость отбеливания в конкретном клиническом случае.

Выбор метода отбеливания, в первую очередь, зависит от природы дисколорита: его происхождения, прочности соединения с твердыми тканями зуба и глубины расположения в них [2; 3; 6]. С другой стороны, необходимо оценивать чувствительность твердых тканей зубов и мягких тканей полости рта. Также особый интерес представляет изменение цвета зубов и механизмов отбеливания с точки зрения химии. Информационной базой исследования послужили: данные трудов российских и зарубежных исследователей, учебная литература и Интернет [5; 8; 9; 10]. Для решения поставленных задач были использованы общенаучные методы исторического и логического, абстрактного и конкретного, анализа и синтеза, сравнений и аналогий, методы системного анализа.

Актуальность исследования

Отбеливание зубов является одной из самых распространенных процедур в стоматологии. Красивая белоснежная улыбка вызывает симпатию и символизирует хорошее здоровье, настроение и самочувствие человека, и является неотъемлемой частью образа современного благополучного человека. Анализ влияния отбеливающих систем на твердые ткани зуба, а также эффективность профилактических реминерализирующих мероприятий проводится на основании жалоб пациентов и диагностических исследований состояния твердых тканей зуба.

Данное исследование позволяет определить выраженность структурных изменений твердых тканей зуба после процедуры отбеливания, которые влияют на такие свойства эмали, как чувствительность и резистентность. На основании этого исследования можно будет сделать вывод о назначении реминерализирующих средств после домашнего и профессионального отбеливания.

Цель исследования

Оценить воздействия отбеливающих систем на твердые ткани зуба и необходимость применения реминерализирующих средств после процедуры отбеливания у студентов 5 курса стоматологического факультета медицинского института НИ МГУ им. Н.П. Огарева.

Задачи исследования

1. Провести клиническое стоматологическое обследование полости рта и оценить гигиенический статус.

2. Изучить достоинства и недостатки различных методов витального отбеливания зубов, показания и противопоказания к витальному отбеливанию зубов.
3. Проанализировать изменение чувствительности эмали после домашнего и профессионального отбеливания.
4. Проанализировать изменение резистентности эмали после применения домашних и профессиональных систем отбеливания.
5. Проанализировать необходимость применения реминерализирующих средств в период после проведения процедуры отбеливания зубов.

Материалы и методы исследования

Для определения воздействия отбеливающих систем на твердые ткани зубов кариеса у студентов 5 курса специальности «Стоматология» НИ МГУ им. Н.П. Огарёва нами было обследовано 20 студентов, которые были разделены на 2 группы в зависимости от типа используемой отбеливающей системы (с целью исследования были выбраны 2 наиболее популярные системы для домашнего и профессионального отбеливания). Данные студенты являются молодыми людьми в возрасте от 21 до 27 лет, проживающие как в городе Саранске, так и других районах республики Мордовия, большинство студентов приезжие из других областей и регионов.

Нами было исследовано изменение чувствительности и резистентности твердых тканей зуба (в частности, эмали) каждого студента. Впоследствии студенты были разделены на опытные группы в зависимости от метода отбеливания.

Первая группа — отбеливание зубов проводилось с помощью системы на основе 10% перекиси карбамида для домашнего отбеливания, но под контролем врача-стоматолога. Вторая группа — отбеливание зубов проводилось системой фотохимической активации.

Исследование включало в себя осмотр полости рта, слизистой оболочки, окружающих мягких тканей и твердых тканей зуба. Исследование гиперчувствительности твердых тканей зуба проводилось с помощью таких инструментов, как стоматологическое зеркало и зонд, и температурным раздражителем (холодный воздух). Резистентность эмали после отбеливания проводили при помощи ТЭР теста (оценка функциональной резистентности эмали). Оценивалось наличие дисколоритов эмали у каждого студента и их причина.

ТЭР тест проводили следующим образом: зубы очищали от налета при помощи щеток и пасты и вы-



Рис. 1. Показатели резистентности эмали у первой опытной группы после процедуры домашнего отбеливания



Рис. 2. Показатели резистентности эмали у второй группы после процедуры профессионального отбеливания

сушивали. На вестибулярную поверхность наносили каплю 1N соляной кислоты диаметром 1,5–2 мм. Через 5 секунд каплю снимали сухим ватным тампоном промокавающими движениями. На протравленную и прилежащую интактную эмаль наносили каплю красителя 1% раствора метиленового синего на 5 секунд, после чего краситель удаляли сухим ватным тампоном до тех пор, пока интактная эмаль не возвращалась к исходной окраске. Интенсивность окраски протравленного участка эмали оценивали с помощью модифицированной шкалы. Шкала представляет собой линейку различных по интенсивности окраски

участков синего цвета, которые соответствуют цвету эмали зуба после кислотного травления и последующего окрашивания красителем. Расположение оттенков идет от более светлых к более темным и соответствует балльной оценке от 1 (самый светлый) до 10 (самый темный).

Интерпретация следующая:

- 1–3 — высокая резистентность;
- 4–5 — умеренная резистентность;
- 6–7 — низкая резистентность;
- 8–9 — очень низкая резистентность.

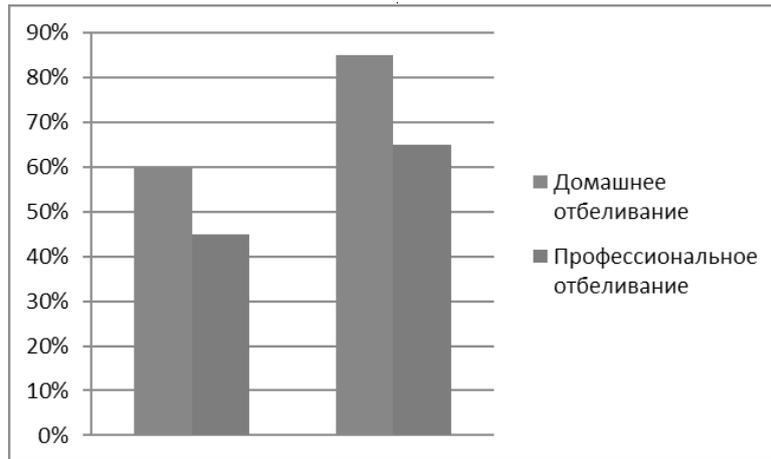


Рис. 3. Эффективность реминерализующей терапии после применения гелей

В качестве реминерализующей терапии после проведения процедуры

отбеливания применяли гели:

1. содержащий комплекс CPP-ACP;
2. содержащий хлорид магния, ксилит (10%) и комплекс полисахаридов. Первый реминерализующий гель, содержащий комплекс CPP-ACP (казеин фосфопептид — аморфный кальций фосфат) вырабатывается из казеина молока — носитель действующих веществ, свободно связывается с эмалью, биопленкой зуба, зубным налетом и мягкими тканями, доставляя кальций и фосфат туда, где они больше всего необходимы. Пациенты использовали первый гель в дополнение к своим зубным пастам. Наносили на зубы после чистки ежедневно аппликатором на 15 минут перед сном, затем аккуратно споласкивали рот, применяли в течение месяца.

Второй гель пациенты наносили зубной щеткой после чистки зубов на 30 минут либо использовали индивидуальные каппы. В это время рекомендовали воздержаться от приема пищи и питья.

Результаты исследования

Результаты исследования показали, что изменения резистентности и гиперчувствительности эмали различны в обеих опытных группах.

Гиперчувствительность у пациентов первой группы при использовании домашней системы отбеливания составила:

$$\frac{6}{10} = 60\%$$

Гиперчувствительность у пациентов второй опытной группы при использовании профессиональной системы отбеливания составила:

$$\frac{9}{10} = 90\%$$

Суммарное значение студентов с гиперчувствительностью после отбеливания равно:

$$\frac{15}{20} = 75\%$$

По данным значениям очевидно, что более половины пациентов в каждой группе имеют гиперестезию зубов во время и после отбеливания, и особенно при применении системы отбеливания ZOOM для профессионального отбеливания, что объясняется воздействием источника света в течение длительного времени. Показатели резистентности эмали у первой опытной группы после процедуры домашнего отбеливания составляют (рис. 1):

Можно сделать вывод, что у большинства пациентов после процедуры отбеливания отмечается снижение резистентности эмали до средних значений. Показатели резистентности эмали у второй группы после процедуры профессионального отбеливания составляют (рис. 2):

По изложенным выше значениям очевидно, что резистентность эмали после процедуры отбеливания в каждой опытной группе находится на уровне средних значений, но профессиональное отбеливание при помощи системы отбеливания ZOOM снижает резистентность у большего числа пациентов, чем при домашнем отбеливании. Главную роль в этом играет неблагоприятное воздействие источника света и большая концентрация перекиси водорода (25%) (рис. 3).

Можно сделать вывод, что в качестве реминерализующей терапии предпочтителен первый гель, так как его показатели выше в обеих опытных группах. Также необходимо отметить, что показатели реминерализующей эмали выше после домашнего отбеливания. Из этого следует, что профессиональное отбеливание агрессивнее воздействует на твердые ткани зуба.

Заключение

Плюсы процедуры отбеливания заключаются в изменении цвета твердых тканей зубов с темного оттенка на более светлый, повышая их эстетические характеристики. Но минусов, все же, больше. Они заключаются в следующем:

1. повышение гиперчувствительности эмали во время и после процедуры отбеливания зубов;
2. снижение резистентности твердых тканей зубов после процедуры отбеливания, вследствие чего снижается их устойчивость к кислотам и повышается кариесвосприимчивость.

Для профилактики гиперчувствительности и снижения резистентности эмали после процедуры отбеливания важное значение имеет реминерализующая терапия. Назначать ее необходимо сразу же в день процедуры отбеливания на срок 1 месяц.

Исходя из результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1. системы для отбеливания влияют на появление гиперестезии во время и после проведения процедуры домашнего и профессионального отбеливания у $\frac{3}{4}$ обследованных студентов;
2. системы для отбеливания зубов влияют на резистентность эмали, снижая её до средних показателей — 30%;
3. с целью профилактики кариеса вследствие снижения резистентности эмали необходимо рекомендовать реминерализующую терапию (в качестве реминерализующего геля рекомендуем использовать гель, содержащий комплекс CPP-ACP).

ЛИТЕРАТУРА

1. Абылкаликов Б.Б. Отбеливание зубов // Вестник хирургии Казахстана. 2012. №2 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otbelivanie-zubov-1>.
2. Андросенко Н.И. Сравнительная характеристика методов отбеливания зубов в терапевтической стоматологии // БМИК. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-harakteristika-metodov---otbelivaniya-zubov-v-terapevticheskoy-stomatologii>.
3. Артемова Н.С. Влияние отбеливания на светопроницаемость твёрдых тканей зуба // БМИК. 2018. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-otbelivaniya-na-svetopronitsaemost-tvyordyh-tkaney-zuba>.
4. Асатрян Н.С. Методы отбеливания зубов. Показания и противопоказания. Оптимизация выбора метода отбеливания пациентам с различной клинической ситуацией // БМИК. 2017. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otbelivaniya-zubov-pokazaniya-i-protivopokazaniya-optimizatsiya-vybora-metoda-otbelivaniya-patsientam-s-razlichnoy-klinicheskoy-situatsiyey>.
5. Бабаназарова К.М. Профессиональная система отбеливания зубов 2016. №5. URL: "Opalescence" // БМИК. <https://cyberleninka.ru/article/n/professional'naya-sistema-otbelivaniya-0i-zubov-opalescence>.
6. Бондарик Е.А., Полянская Л.Н. Современные методики отбеливания зубов // Современная стоматология. 2011. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metodiki-otbelivaniya-zubov>.
7. Бордина Галина Евгеньевна, Лопина Н.П., Блинова А.В., Бордин Д.А. Дисколориты зубов: химия возникновения и эффективного отбеливания // Российский стоматологический журнал. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diskolority-zubov-himiya-vozniknoveniya-i-effektivnogo-otbelivaniya>.
8. Ганичева О.В., Шевченко Е.А., Успенская О.А. Отбеливание зубов с последующей реминерализующей терапией: сравнительная характеристика отбеливающих систем и средств реминерализации // Соврем. технол. мед. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otbelivanie-zubov-s-posleduyushey-reminaliziruyushey-terapiy-sravnitel'naya-harakteristika-otbelivayuschiy-sistem-i-sredstv>.
9. Гильмияров Эдуард Максимович, Магсумова Оксана Александровна. Сравнительная оценка влияния систем офисного отбеливания на возникновение гиперестезии зубов // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. №5–3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-vliyaniya-sistem-ofisnogo-otbelivaniya-na-vozniknovenie-giperestezii-zubov>.
10. Гусева Ольга Юрьевна, Ганилова Юлия Александровна, Кропотина Анна Юрьевна, Артемова Надежда Сергеевна, Аристова Ирина Сергеевна. Изменение светопроницаемости твердых тканей зуба при отбеливании // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2018. №1 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-svetopronitsaemosti-tverdyh-tkaney-zuba-pri-otbelivani>.

© Елисейкина Елена Валерьевна (trifan.elena2994@gmail.com), Семелева Елена Владимировна (shtanina37@mail.ru),

Зиновьев Евгений Витальевич (zinoviev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАДИОЧАСТОТНАЯ ДЕНЕРВАЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЕВОГО СИНДРОМА ПОСЛЕ РЕВЕРСИВНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

RADIOFREQUENCY DENERVATION IN THE TREATMENT OF PAIN SYNDROME AFTER REVERSE SHOULDER ARTHROPLASTY

**G. Kesyan
Darchia L. Yu.
G. Karapetyan
Y. Gudushauri
A. Shuyskiy
I. Marychev
T. Mikhailov**

Summary. Purpose. Development and evaluation of the effectiveness of performing radiofrequency denervation of the shoulder joint in persistent pain syndrome after reverse arthroplasty.

Material and methods. Radiofrequency denervation of the nerves of the shoulder joint was performed in patients who underwent reverse shoulder arthroplasty and had an chronic pain syndrome in the conditions of National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of N.N. Priorov of the Ministry of Health of the Russian Federation.

Results. Based on the conducted research, a technique of radiofrequency denervation of the shoulder joint in pain syndrome after reverse shoulder arthroplasty has been developed.

Conclusion. In the course of the study, the developed radiofrequency denervation technique proved its effectiveness in the aspect of pain relief after shoulder arthroplasty.

Keywords: radiofrequency denervation, reverse arthroplasty, osteoarthritis, omarthrosis, supra-scapular nerve.

Кесян Гурген Абавенович

Доктор медицинских наук, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России;

Дарчия Леван Юрьевич

Кандидат медицинских наук, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России;

Каранетян Григорий Сергеевич

Кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России;

Гудушаури Яго Гогиевич

Доктор медицинских наук, травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России;

Шуйский Артём Анатольевич

Кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова»

Минздрава России;

shuj-artym@mail.ru

Марычев Иван Николаевич

Аспирант, травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России

Михайлов Тимур Витальевич

Врач-педиатр, клинический ординатор ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России;

Аннотация. Цель. Разработка и оценка эффективности выполнения радиочастотной денервации плечевого сустава при стойком болевом синдроме после реверсивной артропластики.

Материал и методы. В условиях ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России выполнялась РЧД нервов плечевого сустава пациентам, перенёсшим реверсивное эндопротезирование плечевого сустава и имевших некупируемый хронический болевой синдром.

Результаты. На основании проведённого исследования разработана методика радиочастотной денервации плечевого сустава при болевом синдроме после реверсивной артропластики.

Заключение. В ходе исследования разработанная методика РЧД доказала свою эффективность в аспекте купирования болевого синдрома после эндопротезирования плечевого сустава.

Ключевые слова: радиочастотная денервация, реверсивное эндопротезирование, РЧД, остеоартроз, омартроз, надлопаточный нерв.

Введение

Реверсивное эндопротезирование позволяет решить проблему болевого синдрома и улучшить функцию конечности при выраженном нарушении анатомии плечевого сустава [1, 2]. Однако, стойкий болевой синдром в послеоперационном периоде может свидетельствовать о таких осложнениях, как гнойно-воспалительные процессы, нестабильность компонентов, нотчинг-синдром, нейрогенные осложнения. При исключении вышеперечисленных процессов, при неясной этиологии болевого синдрома, стоит обратиться к вопросу изменения биомеханики плечевого сустава после выполнения эндопротезирования. Реверсивная философия эндопротезирования подразумевает смещение центра ротации плечевого сустава, дистализацию плеча и, соответственно, натяжение дельтовидной мышцы [1]. Данные механизмы могут приводить к стресс переломам лопатки, возникновению неврологического дефицита, болевому синдрому [3]. Кроме дельтовидной мышцы, натяжение может испытывать капсула сустава, сухожилия ротаторной манжеты, короткая головка двуглавой мышцы плеча, клювовидно-плечевая мышца, вызывая стойкий болевой синдром [3, 4]. Среди неврологических ятрогенных осложнений встречается повреждение нервных стволов при хирургическом доступе, проведение винта в проекции нервных структур (в частности, в проекции надлопаточного нерва в надлопаточной вырезке), тракционные нейропатии в связи с выраженной дистализацией плеча [5, 6].

Не во всех клинических случаях данные проблемы поддаются консервативной терапии, такой как физиотерапевтическое лечение, противовоспалительная терапия, локальная инъекционная терапия.

Абляция суставных чувствительных нервов к плечевому суставу эффективна при болях, исходящих от суставной капсулы, связок, от самих нервов [7]. Метод радиочастотной абляции надлопаточного нерва был описан для лечения хронической боли в плече в 2012 г. Simopoulos T.T. и соавторами [8]. Данный нерв обеспечивает до 70% чувствительной иннервации плечевого сустава, от него отходят ветви к акромально-ключичному сочленению, капсуле плечевого сустава, надостной и подостной мышце, обеспечивая болевую и проприоцептивную чувствительность. В 2017 г. Eckmann и соавторами изучена иннервация сустава и разработаны техники и доступы для абляции нерва [9, 10, 11]. В исследованиях, у пациентов с хроническим болевым синдромом в плечевом суставе, отмечалось более чем пятикратное уменьшение болей после произведённой денервации [7].

Изученная высокая эффективность методики радиочастотной денервации в аспекте купирования болевого

синдрома в плечевом суставе, и, в то же время, немногочисленное количество научных работ, посвященных использованию методики у пациентов, перенёвших реверсивное эндопротезирование, обуславливает актуальность настоящего исследования.

Цель

Разработка и оценка эффективности выполнения радиочастотной денервации плечевого сустава при стойком болевом синдроме после реверсивной артропластики.

Материал и методы

В условиях ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России выполнялась радиочастотная денервация плечевого сустава пациентам, перенёвших реверсивное эндопротезирование плечевого сустава и имевших некупируемый хронический болевой синдром. Имплантация эндопротезов осуществлялась как в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, так и в других клиниках. Сроки наблюдения за всеми пациентами составили 12 месяцев.

В рамках предоперационного исследования проводилось клиническое обследование, рентгенограммы и компьютерная томография плечевого сустава, сравнительная электронейромиография верхних конечностей, УЗИ плечевого сустава и надлопаточного нерва. Критериями включения пациентов в исследование являлась операция реверсивного эндопротезирования плечевого сустава в анамнезе, наличие инкурабельного рациональной мультимодальной терапией стойкого хронического болевого синдрома (не центрального генеза), отсутствие абсолютных показаний к выполнению ревизионных операций на плечевом суставе. В исследование включены пациенты, которых беспокоил болевой синдром, локализованный в заднелатеральных отделах плечевого сустава, что соответствует зоне иннервации надлопаточного нерва. Абсолютными критериями исключения пациентов из исследования являлось наличие у оперированных пациентов послеоперационных осложнений (инфекционные осложнения, нестабильность и конфликт компонентов). Метод лечения осуществлялся следующим образом. Первым этапом выполнялись диагностические блокады проекции надлопаточного нерва, что стандартно для других методов абляции позвоночника и крупных суставов. Уменьшение боли более чем на 50% характеризовался как положительный эффект от диагностической блокады. Далее проводилась собственно процедура РЧА. В положении пациента сидя либо полужёжа на боку настаивался электронно-оптический преобразователь для получения строго передне-задней либо косой (про-

екция Grashey) проекции. В данных проекциях спино-гленоидальная вырезка (большая лопаточная вырезка) идентифицируется путём определения латеральной границы лопаточной ости до её прикрепления к шейке лопатки. Зона абляции надостного нерва соответствует верхней половине задней части шейки гленоида латеральнее остисто-гленоидной вырезки, но медиальнее линии суставной поверхности лопатки.

Все манипуляции проводились под контролем электронно-оптического преобразователя. Через подостную мышцу канюлированную иглу 22 G 10 см продвигали до контакта с надкостницей лопатки, выполняли введение 5 мл раствора местного анестетика через проведённую иглу, достигался положительный сенсорный эффект от блокады. Через канюлированную иглу проводился электрод в зону абляции, выполнялось моторное тестирование путём стимуляции до 1,5–2 Вольт (2 Герца), подтверждали отсутствие сокращений надостной и подостной мышц. При выраженном моторном ответе от данных мышц производили смещение электрода латеральнее, проводили повторное тестирование. Выполняли радиочастотную абляцию надлопаточного нерва в импульсном режиме по 120 секунд при температуре 42 градуса по Цельсию.

Обезболивающий эффект мог достигаться как в течение короткого срока после денервации, так и в течение 2–4 недель с вероятностью непродолжительного обострения боли сразу после манипуляции.

Результаты

На основании проведённого исследования разработан алгоритм действий и методика радиочастотной денервации плечевого сустава при болевом синдроме после реверсивной артропластики.

Проведено наблюдение за пациентами, которым была выполнена радиочастотная денервация надлопаточного нерва. У всех пациентов наблюдался стойкий положительный эффект на всём сроке наблюдения. Моторной денервации плечевого сустава не отмечено ни у одного из пациентов. Образования гематом, инфекционных осложнений не наблюдалось.

Обсуждение

Проблема болевого синдрома после реверсивной артропластики плечевого сустава является сложной для решения и требует комплексного дифференцированного подхода в диагностике и лечении. При отсутствии яркой клинической картины с целью верификации этиологии болевого синдрома, в первую очередь необходимо исключение возможных ошибок и некорректности имплантации компонентов эндопротеза, ятрогенных осложнений, связанных с повреждением нервных структур. Методами дополнительного обследования является ЭНМГ, выполнение лечебно-диагностических периневральных блокад. Положительная реакция на проведение диагностической блокады является критерием достижения успеха проведения радиочастотной денервации.

Заключение

В ходе исследования разработанная методика РЧД доказала свою эффективность в аспекте купирования болевого синдрома после эндопротезирования плечевого сустава.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Карапетян Г.С. и др. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава в сложных клинических случаях. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2019; 18 (4): 111–120
2. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А. и др. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава при дефектах гленоида с использованием первично-ревизионного метаглена. Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова. 2021. — Т. 28. — № 2: 13–20
3. Schmalzl J., Fenwick A., Reichel T. et al. Anterior deltoid muscle tension quantified with shear wave ultrasound elastography correlates with pain level after reverse shoulder arthroplasty. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2021. doi:10.1007/s00590-021-02987-1
4. Tashjian R.Z., Frandsen J.J., Christensen G.V., Chalmers P.N. Conjoint tendon release for persistent anterior shoulder pain following reverse total shoulder arthroplasty. *JSES International*. 2020 (4): 975–978. doi: 10.1016/j.jseint.2020.07.005
5. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А. и др. Оценка эффективности применения малотравматичного оперативного доступа при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава. Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова. — 2021. — Т. 28. — № 2.: 21–28
6. Vance D.D., O'Donnell J.A., Baldwin E.L. 3rd. Risk of suprascapular nerve injury during glenoid baseplate fixation for reverse total shoulder arthroplasty: a cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2021;30 (3): 532–537. doi: 10.1016/j.jse.2020.07.008.
7. Eckmann M., Joshi M., Bickelhaupt B. How I do it: shoulder articular nerve blockade and radiofrequency ablation. *ASRA News* 2020; 45. <https://doi.org/10.52211/asra110120.062>

8. Simopoulos T.T., Nagda J., Aner M.M. Percutaneous radiofrequency lesioning of the suprascapular nerve for the management of chronic shoulder pain: a case series. *J Pain Res.* 2012;5: 91–97. <https://doi.org/10.2147/JPR.S29864>.
9. Eckmann M.S., Bickelhaupt B., Fehl J. et al. Cadaveric study of the articular branches of the shoulder joint. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42 (5):564–570. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000652>
10. Tran J., Peng P., Agur A. Anatomical study of the innervation of glenohumeral and acromioclavicular joint capsules: implications for image-guided intervention. *Reg Anesth Pain Med.* 2019;44: 452–458. <https://doi.org/10.1136/rapm-2018-100152>
11. Tran J, Peng P, Agur A. Evaluation of suprascapular nerve radiofrequency ablation protocols: 3D cadaveric needle placement study. *Reg Anesth Pain Med.* 2019;44: 1021–1025. <https://doi.org/10.1136/rapm-2019-100739>

© Кесян Гурген Абавенович, Дарчия Леван Юрьевич,
Карапетян Григорий Сергеевич, Гудушаури Яго Гогиевич,
Шуйский Артём Анатольевич (shuj-artuom@mail.ru), Марычев Иван Николаевич, Михайлов Тимур Витальевич.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ФГБУ ЦИТО им. Н.Н. Приорова

АНАЛИЗ ИСХОДОВ ВЛАГАЛИЩНЫХ РОДОВ У ЖЕНЩИН С РУБЦОМ НА МАТКЕ

Печенкина Наталья Сергеевна

Кандидат медицинских наук, ФГБОУ ВО Кировский
государственный медицинский университет
Минздрава России
doktor_nat@mail.ru

Хлыбова Светлана Вячеславовна

Доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО Кировский
государственный медицинский университет
Минздрава России

ANALYSIS OF VAGINAL OUTCOMES IN WOMEN WITH A SCAR ON THE UTERUS

**N. Pechenkina
S. Khlybova**

Summary. The article presents a retrospective comparative analysis of 51 histories of vaginal birth (VR) in women with a scar on the uterus in 2018 without taking into account clinical guidelines and 49 stories of BP 2021, during which the clinical recommendations "Postoperative scar on the uterus requiring the provision of medical care to the mother during pregnancy, childbirth and the postpartum period" of 2021 were applied. Postoperative scar on the uterus requires the provision of medical care to the mother both during pregnancy and childbirth, and in the postpartum period. The analysis was carried out according to the following data of birth histories: parity of labor, maturity of the birth canal and the condition of the scar on the uterus according to ultrasound data before the onset of labor, the duration of labor, the frequency of manual monitoring of the uterine cavity after childbirth, the condition of the newborn.

Purpose of the study. BP with a scar on the uterus conducted in 2018 without taking into account clinical guidelines and with their introduction into obstetric practice in 2021 Postoperative scar on the uterus, requiring the provision of medical care to the mother and during pregnancy, childbirth and the postpartum period.

Materials and methods of research. Research work was carried out on the basis of the Department of Obstetrics and Gynecology of the Kirov State Medical University and the Kirov Regional State Budgetary Healthcare Institution Kirov Regional Clinical Perinatal Center (KOGBUZ KOKPC). A retrospective analysis of birth histories with a scar on the uterus through the natural birth canal was carried out in 2018 (group 1, n = 51, 0.8% of the total number of births) and 2021 (group 2, n = 49, 0.67% of the total number of births). The selected groups allow us to assess the effectiveness of the implementation of the clinical guidelines "Postoperative scar on the uterus requiring the provision of medical care to the mother during pregnancy, childbirth and the postpartum period", which came into force in 2021.

Keywords: cesarean section, scar on the uterus, thickness of the scar on the uterus, cervix, manual control of the uterine cavity, placenta, newborn.

Аннотация. В статье представлен ретроспективный сравнительный анализ 51 истории влагалищных родов (ВР) у женщин с рубцом на матке в 2018 году без учета клинических рекомендаций и 49 историй ВР 2021 году, в ходе которых применялись клинические рекомендации «Послеоперационный рубец на матке, требующий предоставления медицинской помощи матери во время беременности, родов и в послеродовом периоде» от 2021 года. Послеоперационный рубец на матке требует предоставления медицинской помощи матери как во время беременности и родов, так и в послеродовом периоде. Анализ проводился по следующим данным историй родов: паритет родов, зрелость родовых путей и состояние рубца на матке по данным УЗИ до начала родовой деятельности, продолжительность родов, частота выполнения ручного контроля полости матки после родов, состояние новорожденного.

Ключевые слова: кесарево сечение, рубец на матке, толщина рубца на матке, шейка матки, ручной контроль полости матки, плацента, новорожденный.

Введение

За 10 лет в России частота КС по сравнению с 2005 г. увеличилась более чем в 2 раза: в 2005 г. — 250,8 тыс. (17,9 на 100 родов), в 2016 г. — 516,1 тыс. (28,0 на 100 родов) [1]. В настоящее время частота кесарева сечения в РФ достигает 30%, Египте — 51,8%, Турции — 47,5%, Италии — 38,7%, Китае и США — 25%, Голландии — 15%. ВОЗ считает, что оптимальный процент кесарева сечения от общего количества родов составляет 15% [2,3].

С учетом роста частоты КС особую актуальность приобретает проблема ведения последующих беременностей и родов у женщин с рубцом на матке. Риск осложнений при запланированном КС у пациенток с рубцом на матке существенно превышает риск при удачной попытке ВР. Материнская смертность при попытке влагалищных родов (ВР) с рубцом на матке составляет 17/100 000 попыток ВР в сравнении с 44/100 000 при плановом КС. За счет ВР с рубцом на матке возможно уменьшить риск неонатальных респираторных заболеваний на 15–20% в сравнении с плановым КС [4,5,6,7]. При плановом КС увеличивается риск тромбоэмболических осложнений в 3,8 раз, разрыва матки при последующих беременностях — в 42 раза, абдоминальных болей — в 2 раза, травмы мочевого пузыря — в 36 раз. Нет достоверных различий в объеме кровотечения (> 1000 мл), диспареунии и детского церебрального паралича [8]. В Российской Федерации частота ВР у пациенток с рубцом на матке не превышает 1,5% [9]. Частота успешных ВР у женщин с рубцом на матке составляет от 50% до 85% по разным данным [10]. При этом важным является прогнозирование исхода родов с учетом критериев, представленных в клинических рекомендациях.

Цель исследования

ВР с рубцом на матке проведенные в 2018 без учета клинических рекомендаций и с их внедрением в акушерскую практику в 2021 гг. Послеоперационный рубец на матке, требующий предоставления медицинской помощи матери и во время беременности, родов и послеродовом периоде.

Материалы и методы исследования

Исследовательская работа выполнена на базе кафедры акушерства и гинекологии Кировского государственного медицинского университета и Кировского областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения Кировский областной клинический перинатальный центр (КОГБУЗ КОКПЦ). Проведен ретроспективный анализ историй родов с рубцом на мат-

ке через естественные родовые пути в 2018 году (группа 1, n=51, 0,8% от общего количества родов) и 2021 году (группа 2, n=49, 0,67% от общего количества родов). Выбранные группы позволяют оценить эффективность внедрения клинических рекомендаций «Послеоперационный рубец на матке, требующий предоставления медицинской помощи матери во время беременности, родов и в послеродовом периоде», вступивших в силу в 2021 году.

По данным ряда авторов [11,12], при выявлении ниши в зоне рубца более 6 мм и истончении миометрия менее 2,5 мм риск разрыва матки возрастает с 5,6% до 42,9%. Критичной для риска разрыва матки считается толщина миометрия 2,8 мм [11]. Благоприятный прогноз для родов с рубцом на матке возможен при толщине рубца ≥ 3 мм [12,13,14].

В группе 1 (2018 г.) из отделения патологии беременности (ОПБ) на роды поступили 45 пациенток из 51 (88,2%), которые на момент родов при доношенной беременности имели зрелую шейку матки (оценка по шкале Бишоп 8 баллов) и 6 женщин (9,8%) из дома в активную фазу I периода родов. Зрелая шейка матки на момент начала родов повышает вероятность успешных ВР [15].

В группе 2 из ОПБ на роды переведено 24 пациентки из 49 (49%) и 25 (51%) женщин поступило из дома в активную фазу I периода родов. Спонтанное развитие родовой деятельности повышает вероятность успешных ВР с рубцом на матке [15]. Оценка состояния рубца, локализация плаценты по данным УЗИ проводилась всем пациенткам обеих групп: в группе 1 — в сроке $38 \pm 0,1$ нед.; в группе 2 — в сроке $37,2 \pm 0,2$ нед.

В группе 1 и группе 2 выделены две подгруппы А и В в зависимости от толщины рубца на матке по данным УЗИ: подгруппа 1А и 2А соответственно — пациентки, у которых толщина рубца на матке перед родами составила от $3,5 \pm 0,11$ мм, подгруппа 1В и 2В — толщина рубца на матке перед родами средняя толщина диагностирована $2,9 \pm 0,12$ мм.

Результаты исследования и обсуждение

В соответствии с клиническими рекомендациями толщина нижнего сегмента матки, измеренная до начала родовой деятельности, не имеет принципиального значения и при отсутствии других признаков неполноценности рубца может не измеряться. При этом следует обращать внимание на неравномерное критическое истончение зоны рубца на матке с признаками деформации явлениями болезненности при надавливании

Таблица 1. Локализация плаценты (отношение к стенкам матки при УЗИ исследовании)

| Локализация плаценты | Группа 1 (n=51) | Группа 2 (n=49) |
|---|-----------------|-----------------|
| Локализация плаценты по задней стенке матки | 47,5% — 24* | 71,5% — 35 |
| Локализация плаценты в дне матки | 21,5% — 11 | 22,4% — 11 |
| Локализация плаценты в дне и по задней стенке матки | 17,6% — 9* | 6,1% — 3 |
| Локализация плаценты в дне по боковым стенке матки | 13,4% — 7 | 0 |

* $p \leq 0,05$ (различия статистически достоверны между группами 1 и 2)

Таблица 2. Статистический анализ групп 1 и 2

| Показатель | Группа 1 (n=51) | Группа 2 (n=49) |
|--|------------------------|-----------------|
| Пациентки из г. Кирова | 52,9% — 27* | 73,5% — 36 |
| Пациентки из области | 47,1% — 24* | 26,5% — 13 |
| Поступили на роды из ОПБ КОГБУЗ КОКПЦ | 88,2% — 45* | 49% — 24 |
| Поступили из дома | 9,8% — 6* | 51% — 25 |
| Возраст до 25 лет | 7,8% — 4 | 6,1% — 3 |
| Возраст 26–30 лет | 37,3% — 19* | 22,4% — 11 |
| Возраст старше 30 лет из них старше 40 лет | 54,9% — 28 3,9% — 2 | 71,5% — 35 0 |
| Средний вес пациенток перед родами | 68±0,2 (ИМТ 27) | 73±0,2 (ИМТ 28) |

* $p \leq 0,05$ (различия статистически достоверны между группами 1 и 2)

Таблица 3. Акушерско-гинекологический анамнез в подгруппах в зависимости от толщины рубца на матке по данным УЗИ: А (3,5±0,11 мм) и В (2,9±0,12 мм)

| Показатели | Группа 1 | | Группа 2 | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | подгруппа А (n=26) | подгруппа В (n=25) | подгруппа А (n=38) | подгруппа В (n=11) |
| Аборт в анамнезе (1) | 7,6% — 2 | 32,0% — 8* | 5,2% — 2 | 18,2% — 2 |
| Аборт в анамнезе (2 и более) | 11,5% — 3 | 12,0% — 3 | - | - |
| Неразвивающаяся беременность | 11,5% — 3 | 12,0% — 3 | 2,6% — 1 | 18,2% — 2 |
| Выкидыш | 3,8% — 1 | 24,0% — 6* | 5,2% — 2 | 18,2% — 2 |
| 2 е-роды (в анамнезе 1 КС) | 88,4% — 23 | 40,0% — 10* | 52,6% — 20** | 27,2% — 3 |
| 3 е-роды (в анамнезе 1 роды через ЕРП и КС) | 7,6% — 2* | 44,0% — 11* | 44,8% — 17** | 36,4% — 3 |
| 4-и более роды (в анамнезе 2 родов через ЕРП и КС) | 4,0% — 1 | 6,0% — 4 | 2,6% — 1 | 36,4% — 4 |

Здесь и далее

* $p \leq 0,05$ (различия статистически достоверны в группе 1 между подгруппами А и В)

** $p \leq 0,05$ (различия статистически достоверны в группе 2 между подгруппами А и В)

трансвагинальным ультразвуковым датчиком [15]. Не рекомендованы ВР с рубцом на матке при расположении плаценты в области рубца на матке [15].

Таким образом, пациенткам с расположением плаценты по передней стенке в области рубца, было предложено кесарево сечение.

С началом регулярной родовой деятельности при поступлении в родовое отделение установка внутри-

венного катетера проведена в 88,2% (45) группы 1 и 100% (49) женщин группы 2. Непрерывной мониторинг состояния пациенток (АД, пульс, ЧДД, сознание, характер родовой деятельности) проводился в 100% случаев как в группе 1, так и в группе 2. В то время, как контроль состояния плода (непрерывная КТГ), у рожениц группы 1 выполнен в 47,5% (24 пациентки), а у рожениц группы 2 — в 100% случаев. Во всех случаях в группах 1 и 2 заполнялась в родах партограмма. Различия в частоте выполнения КТГ (47,5% в группе 1 про-

Таблица 4. Осложнения ВР с рубцом на матке в зависимости от толщины рубца на матке по данным УЗИ в подгруппах А (3,5±0,11 мм) и В (2,9±0,12 мм)

| Показатели | Группа 1 | | Группа 2 | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | подгруппа А (n=26) | подгруппа В (n=25) | подгруппа А (n=38) | подгруппа В (n=11) |
| Преждевременные роды (ПР) | 4%– 1 | 16,0%– 4* | 00% | 18,2%– 2 |
| Срочные роды | 96,0%– 25 | 88,0%– 22 | 77,5%– 38 | 81,8%– 9** |
| Ручной контроль полости матки | 4,0%– 1 | 60,0%– 15* | 52,6%– 20 | 100%– 11** |
| Первичная слабость родовой деятельности | 00 | 12,5%– 2* | 00 | 54,5%– 6** |
| Вторичная слабость родовой деятельности | 00 | 4,0%– 1 | 00 | 9,1%– 1 |

Таблица 5. Продолжительность I, II, III и безводного периода родов в зависимости от толщины рубца на матке по данным УЗИ: в подгруппах А (3,5±0,11 мм) и В (2,9±0,12 мм)

| Показатели | Группа 1 | | Группа 2 | |
|---|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | подгруппа А (n=26) | подгруппа В (n=25) | подгруппа А (n=38) | подгруппа В (n=11) |
| Продолжительность Родов до 6 часов | 92,3% — 24 | 48,0%– 12* | 73,6% — 36** | 18,2% — 2 |
| Продолжительность родов более 6 часов | 7,7% — 2 | 48,0% — 12* | 4,0% — 2 | 18,4% — 9 |
| Продолжительность потужного периода до 10 мин от 10 до 20 минут | 100% — 26 0 | 36% — 9* 64,0% — 16* | 65,3% — 32** 12,3% — 6 | 0 100,0% — 11 |
| Период отделения последа до 10 минут До 20 минут | 76,9% — 20 23,1% — 6 | 60,0% — 15 40,0%– 10 | 89,4% — 34** 10,6% — 4 | 18,2% — 2 81,8% — 9** |
| Безводный период от 4 до 6 часов | 100,0% — 26 | 44,0% — 11* | 73,6% — 28 | 18,2% — 2** |
| Безводный период от 6 до 8 часов | 00 | 52,0% — 13* | 26,4% — 10 | 81,8% — 9 |

тив 100% в группе 2) обусловлены внедрением в 2021 г. клинических рекомендаций.

Сбор акушерского анамнеза проводится с целью оценки вероятности успешных ВР с рубцом на матке [16,17,18].

К факторам, снижающим вероятность успешных ВР с рубцом на матке, относят ожирение у матери (индекс массы тела более 30 кг/м²) [15], такие пациентки группах 1 и 2 отсутствовали. Возраст матери > 40 лет снижает вероятность успешных ВР с рубцом на матке [15]. В нашем наблюдении пациентки старше 40 лет выявлены только в группе 1 (3,9%). В соответствии с требованиями клинического протокола в 2021 г. пациенткам старше 40 лет с рубцом на матке выполнялось плановое КС.

Не рекомендованы ВР с рубцом на матке при наличии более одного КС в анамнезе. К факторам, повыша-

ющим вероятность успешных ВР с рубцом на матке, относят: наличие в анамнезе влагилищных родов до или после проведенного КС [15].

При успешных ВР не рекомендовано рутинное послеродовое ручное обследование матки у пациенток с рубцом на матке при отсутствии симптомов разрыва матки [15]. Ручное обследование матки после родов проводится по следующим показаниям: кровотечение, абдоминальная боль, неясный коллапс у матери после родов, дефект плацентарной ткани [12]. Ручной контроль полости матки чаще выполнялся при меньшей толщине рубца: в подгруппе 1В — в 60% случаев, а в подгруппе 2В — всем пациенткам.

В группе 1 ПР в сроке 20–27 недель беременности составили — 2,4% (1) в сроке 28–33 недели — 4,8% (2), 1 — роды в сроке 34 недели — 2,4%. В группе 2 преждевременные роды составили— 4,1% (2) в сроке в 36 недель, обе пациентки поступили в КОГБУЗ КОКПЦ

Таблица 6. Травматизм ВР с рубцом на матке в зависимости от толщины рубца на матке по данным УЗИ: в подгруппах А (3,5±0,11мм) и В (2,9±0,12 мм)

| Показатели | Группа 1 | | Группа 2 | |
|--|-----------|------------|-----------|------------|
| | А n=26 | В n=25 | А n=38 | В n=11 |
| Эпизиотомия | 23,0%– 6* | 64,0%– 16* | 2,6%– 1* | 54,5%– 6 |
| Разрыв шейки матки | 11,5%– 3 | 20,0%– 5 | 2,6%– 1 | 54,5%– 6 |
| Разрыв промежности | 15,3%– 4* | 32,0%– 8 | 28,9%– 11 | 100,0%– 11 |
| Общая кровопотеря | 200±10 | 250±20 | 180±10 | 250±20 |
| Кровотечение в раннем послеродовом периоде | 00 | 4,0%– 1 | 00 | 2,0%– 1 |

Таблица 7. Состояние новорожденных

| Показатели | Группа 1 (2018 год) | Группа 2 (2021 год) |
|---|---------------------|---------------------|
| Срочные роды количество | n=47 | n=47 |
| Вес 3000 до 3300г | 46,8%– 22 | 53,2%– 25 |
| Вес 3400 до 3700 г | 53,2%– 25 | 46,8%– 22 |
| Оценка по шкале Апгар (баллы) на 1 минуте | 7±0,4 | 8±0,4 |
| Оценка по шкале Апгар (баллы) на 5 минуте | 8±0,4 | 9±0,4 |

в потужном периоде. [15]. Не влияют на вероятность успешных ВР: недоношенная беременность [15].

При анализе продолжительности родов в зависимости от толщины рубца установлены следующие данные:

Затяжные роды у пациенток с рубцом на матке опасны и повышают риск разрыва матки [19,20]. В подгруппе 1А продолжительность родов до шести часов наблюдалась у 92,3% пациенток, безводный период до шести часов – в 100%, продолжительность второго периода родов до 10 минут встречалась у 100% пациенток, продолжительность третьего периода родов до 10 минут у 76,9% пациенток, в подгруппе 2А соответственно 73,6%, 73,6%, 65,3%, 89,4%.

В подгруппе 1В и 2В чаще выполнялась эпизиотомия с частотой 64% и 54,5%; установлена частота разрывов шейки матки 20,0% и 54,6%, разрывы промежности соответственно 32,0% и 100%. В послеродовом периоде проведено тщательное мануальное наблюдение за тонусом матки в течении 6 часов после родов: в течении первых 2-х часов — каждые 15 минут, в течении 3-го часа — каждые 30 минут, в течении следующих 3-х часов — каждые 60 минут; оценка состояния матери: пульс и артериальное давление, определение возможности внутреннего кровотечения (расчет шокового индекса). В группе 1 в 80,1% (41), в группе 2–100%. У пациенток в подгруппе А (группа 1 и 2) не наблюдалась

первичная и вторичная слабость родовой деятельности и длительный безводный период. Анализ показал отсутствие такого серьезного осложнения, как кровотечение в раннем послеродовом периоде. Установлено в группе 2В третий период родов до 10 мин составил у 89,4% женщин, а объем кровопотери в среднем составил 200±10 мл. Это соответствует клиническим рекомендациям, в которых отдается предпочтение активному ведению III периода родов. [15].

Заключение

При проведении сравнительного анализа ВР у женщин с рубцом на матке установлено: пациентки с толщиной рубца на матке после предыдущего кесарева сечения в подгруппах А 1 и 2 группы имеют меньшее количество осложнений в родах, а именно меньшую частоту аномалий родовой деятельности, меньшую продолжительность родов и безводного периода, частоту кровотечений в раннем послеродовом периоде. Таким образом, представленный ретроспективный анализ родов у женщин с рубцом на матке после кесарева сечения через естественные родовые пути показывает, что важным критерием благоприятного исхода родов является толщина рубца на матке. Считаем целесообразным при отборе пациенток с рубцом на матке для родов через естественные родовые пути в числе факторов, повышающих вероятность ВР у женщин с рубцом на матке, учитывать толщину рубца на матке по данным УЗИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оксенойт Г.К., Никитина С.Ю., Андреев Е.М. и соавт. Демографический ежегодник России. 2017: статистический сборник // Росстат. М., 2017. 263.
2. Betran AP, Ye J, Moller AB, Zhang J. Trends and projections of caesarean section rates: global and regional estimates. *BMJ Glob Health*. 2021 Jun; 6 (6).
3. Клинические рекомендации. Роды одноплодные, родоразрешение путем кесарева сечения 2021; 106.
4. Chauhan S.P., Martin J.N., Henrichs C.E., Morrison J.C., Magann E.F. Maternal and perinatal complications with uterine rupture in 142,075 patients who attempted vaginal birth after cesarean delivery: A review of the literature. *Am J Obstet Gynecol*. 2003; 189 (2): 408–17.
5. Silver R.M., Landon M.B., Rouse D.J., Leveno K.J., Spong C.Y., Thom E.A., et al. Maternal morbidity associated with multiple repeat cesarean deliveries. *Obstet Gynecol*. 2006; 107 (6): 1226–32.
6. Grantz K.L., Gonzalez-Quintero V., Troendle J., Reddy U.M., Hinkle S.N., Kominiarek M.A., et al. Labor patterns in women attempting vaginal birth after cesarean with normal neonatal outcomes. *Am J Obstet Gynecol*. 2015; 213 (2): 226. e1–6.
7. Clinical management Guidelines for Obstetrician-Gynecologists. ACOG PRACTICE BULLETIN. Number 184, November 2017.
8. Birth After Previous Caesarean Birth RCOG Green-top Guideline No. 45 October 2015.
9. Шмаков Р.Г., Баев О.Р., Пекарев О.Г., Пырегов А.В., Карапетян А.О., Приходько А.М., и соавт. Хирургическая тактика операции кесарева сечения. Учебное пособие. /- М: Издательский дом «Бином». 2019. 82.
10. Guise J. — M., Eden K., Emeis C., Denman M.A., Marshall N., Fu R.R., et al. Vaginal birth after cesarean: new insights. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)*. 2010; (191):1–397.
11. Vikhareva Osseer O. Valentin L., Clinical importance of appearance of cesarean hysterotomy scar at transvaginal ultrasonography in njn pregnant womtn 2011.
12. Uterine dehiscence in pregnant with previous caesarean delivery Zhu Z., Li H., Zhang J., *Amn Med* 2021 Dec; 53 (1) 1265–1269. doi1080/07853890 2021.1959049. PMID:34309465.
13. Кок Н., Wiersma I.C., Opmeer B.C., de Graaf M., Mo1 B.W., Paykrt E. Sonographic measurement of lower uterine segment thickness to predict uterine rupture during a trial of labor in women with previous Caesarean section: a meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2013; 42 (2):132–9.
14. Ioura E.A., Nather A., Hohtlagschwandtner M., Hussleint P. The impact of a single- or double-layer closure on uterine rupture. *Am J Obstet Gynecol*. 2003; 189 (3):895.
15. Клинические рекомендации Послеоперационный рубец на матке, требующий предоставления медицинской помощи матери во время беременности, родов и послеродовом периоде 2021;40.
16. American College of Obstetricians and Gynecologists. Vaginal birth after cesarean delivery. ACOG Practice Bulletin No. 205. *Obstet Gynecol* 2019; 133: e110–27.
17. Chaillet N., Bujold E., Grobman W.A. Validation of a prediction model for vaginal birth after caesarean. *J Obstet Gynaecol Can*. 2013; 35 (2): 119–24.
18. Gambacorti-Passerini Z., Gimovsky A.C., Locatelli A., Berghella V. Trial of labor after myomectomy and uterine rupture: a systematic review. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2016; 95 (7): 724–34.
19. American College of Obstetricians and Gynecologists. Vaginal birth after cesarean delivery. ACOG Practice Bulletin No. 205. *Obstet Gynecol*. 2019; 133: e 110–27.
20. Пекарев О.Г., Майбородин И.В., Пекарева Е.О., Поздняков И.М. Самопроизвольное родоразрешение пациенток с рубцом на матке после кесарева сечения. Реалии и перспективы. *Женское здоровье и репродукция*. 2018; 9 (28).

© Печенкина Наталья Сергеевна, (doktor_nat@mail.ru), Хлыбова Светлана Вячеславовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКТГ- СЕКРЕТИРУЮЩИХ АДЕНОМ ГИПОФИЗА

APPLICATION CATHETERIZATION OF CAVERNOUS SINUSES AND PET FOR THE DIAGNOSIS OF ACTH-SECRETING PITUITARY ADENOMAS

**K. Tihonov
V. Cherebillo
V. Dragoon**

Summary. The article presents the results of histological examination of the surgical material of ACTH-secreting pituitary adenomas. Data analysis was carried out on patients hospitalized in the neurosurgical department of the I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University from 2015 to 2022, who underwent endoscopic transsphenoidal adenectomy for ACTH-secreting pituitary adenomas. The issue of postoperative management of patients with corticotropinomas remains open and an important aspect in the treatment is a histological examination of the tumor with the possibility of predicting the benign course and the likelihood of recurrence of the disease.

Keywords: Pituitary adenoma, ACTH-secreting, corticotropinoma, histology, immunohistochemical examination.

Тихонов Константин Владиславович

Аспирант, ФГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»
y94@bk.ru

Чербилло Владислав Юрьевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»
cherebillo@mail.ru

Драгун Вадим Михайлович

К.м.н., доцент, Северо-Западный Государственный Медицинский Университет им. И.И. Мечникова;
главный нейрохирург ленинградской области,
заместитель главного врача по хирургии
Ленинградской областной клинической больницы
dragun_vm@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты гистологического исследования операционного материала АКТГ-секретирующих аденом гипофиза. Анализ данных проводился на пациентах госпитализированных в нейрохирургическое отделение ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова с 2015 по 2022 г., которым была выполнена эндоскопическая трансфеноидальная аденомэктомия по поводу АКТГ-секретирующих аденом гипофиза. Вопрос послеоперационного ведения пациентов с кортикотропиномами остаётся открытым и важным аспектом в лечение является гистологическое исследование опухоли с возможностью прогнозирования доброкачественного течения и вероятности рецидивирования заболевания.

Ключевые слова: аденома гипофиза, АКТГ-секретирующая, кортикотропинома, гистология, иммуногистохимическое исследование.

Введение

Кортикотропинома — аденома гипофиза, вырабатывающая АКТГ, выявляется практически в 100% случаев болезни Иценко-Кушинга [1]. Особенностью этого вида аденом гипофиза является склонность к злокачественной трансформации с последующим метастазированием. Методом выбора при лечении БК в настоящее время является трансфеноидальная эндоскопическая аденомэктомия (ТСЭА) [3–5,23].

Течение и клиническая картина данной опухоли гипофиза разнообразна и зависит как от уровня гормональной активности, так и от размеров опухоли. В обоих случаях при экстраселлярном росте опухолей

может происходить повреждение окружающих структур центральной нервной системы (ЦНС) [1]. Подавляющее большинство кортикотропином являются доброкачественными новообразованиями. Однако вопрос, касающийся определения прогноза дальнейшего течения аденом гипофиза и эффективности различных видов лечения, остается открытым. Так, за последние несколько десятилетий проведено множество исследований для определения маркеров, которые могут быть ассоциированы с течением аденом гипофиза и повышенным злокачественным потенциалом: инвазивным ростом в окружающие структуры ЦНС, развитием рецидивов после различных видов лечения и появлением метастазов. В результате исследованы многочисленные молекулярные и иммуногистохимические маркеры, ко-

торые могут указывают на агрессивный потенциал аденом гипофиза.

Происхождение и патогенез АКТГ-продуцирующих опухолей. АКТГ-продуцирующие опухоли различной локализации происходят из группы клеток диффузной нэйроэндокринной системы (ДНЭС) [6,7]. Развитие любых опухолей — это стадийный процесс, включающий в себя инициацию, промоцию и прогрессию новообразований. Молекулярно-биологические исследования показали, что первично возникает активирующая мутация кортикотрофа, ведущая к моноклональной экспансии единственной трансформированной клетки. Это подтверждается наличием генных мутаций в исходных клетках — аллельная потеря в 1 lq13 (в 28% кортикотропином), мутации типа *gsp* (в 6%) [8,9]. Смешанные полигормональные кортикотропиномы, секретирующие, кроме АКТГ, гормон роста (ГР), пролактин и др., возникают из мультипотентных клеток-предшественников *de novo*. Некоторые авторы полагают [10], что поведение таких опухолей более агрессивное. Для уточнения деталей патогенеза полигормональных кортикотропином требуются дальнейшие исследования [11]. Роль промоторов в активизации уже трансформированных питуцитов (кортикотрофов) в процессах гиперплазии и роста опухоли играют гипоталамические гормоны в совокупности с местными ростовыми факторами [12]. Избыточная секреция кортикотропин-рилизинг-гормона (КРГ), проопиомеланокортина (ПОМК), связанная с развитием гипертрофических изменений в паравентрикулярном и аркуатном ядрах гипоталамуса, дефект ингибирующих гормонов являются стимулами для чрезмерной клеточной пролиферации и способствуют опухолевой прогрессии [13].

Важную роль в развитии АКТГ-продуцирующих опухолей гипофиза играют такие местные ростовые факторы, как сосудистый эндотелиальный ростовой фактор (СЭРФ), эпидермальный фактор роста, цитокины — интерлейкин-1, интерлейкин-6; фактор, подавляющий лейкемию, грелин. Полагают, что влияние ростовых факторов на клетки осуществляется через трансмембранные рецепторы. Факторы роста контролируют генную экспрессию, детерминацию и пролиферацию клеток гипофиза. Очевидно, что гиперэкспрессия ростовых факторов может приводить к неконтролируемому размножению кортикотрофов, в то время как продукция и активность факторов с антипролиферативной функцией снижаются (кортикотропин-ингибирующий фактор, соматостатин и дофамин).

В процессе онкогенеза на фоне постоянной избыточной стимуляции КРГ, ПОМК ГР кортикотрофы приобретают аномальную чувствительность к неспецифическим стимулам [1] за счет избыточной экспрессии

на мембранах этих клеток рецепторов к КРГ (R1), к вазопрессину (V3), к ГР [18,19]. После связывания с этими рецепторами соответствующих лигандов происходят активный синтез предшественников ПОМК и избыточного количества АКТГ, а также дифференцировка и повышенная пролиферация клеток.

Важнейшую роль в регуляции функции гипофиза играют соматостатин и дофамин, вызывая снижение гиперсекреции гормонов и уменьшение пролиферации клеток за счет воздействия на G- белки и снижения концентрации цАМФ в норме. В опухоли эти процессы нарушаются за счет изменения состава G-белков (*gsp*-мутации) и функциональной связи между молекулами рецепторов и эффекторами [20]. Роль рецепторов к соматостатину и допамину в кортикотропиномах и других АКТГ-продуцирующих опухолях до сих пор мало изучена. В кортикотропиномах ослаблено воздействие факторов, ингибирующих рост опухоли [20].

Рецепторы соматостатина обнаружены практически во всех органах и в большинстве опухолей различного происхождения. По данным количественной полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией и иммуногистохимического исследования (ИГХИ), выявлена экспрессия рецепторов соматостатина 3-го и 5-го субтипов в 50–83% кортикотропином, а 1-го субтипа — в 33% [21,22]. Изучение рецепторов соматостатина в кортикотропиномах необходимо для определения целесообразности назначения пациентам с БИК различных аналогов соматостатина.

Целью данного исследования было изучить патоморфологические особенности АКТГ-секретирующих аденом гипофиза и оценить их влияние на вероятность рецидивирования опухолевого процесса.

Пациенты и методы

В исследование включены 40 пациентов, госпитализированных в нейрохирургическое отделение ФБГОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова с 2015 по 2022 г., которым была выполнена эндоскопическая трансназальная аденомэктомия. В послеоперационном периоде у 20 пациентов была достигнута стойкая ремиссия, 20 пациентов были прооперированы повторно, ввиду развития рецидива опухолевого процесса.

Диагноз БИК устанавливался на дооперационном этапе по результатам гормональных анализов и инструментальных методов диагностики. При отсутствии визуализации аденомы гипофиза по результатам МРТ, а также при микроаденомах гипофиза, размерами <15мм, пациентам проводился селективный забор крови

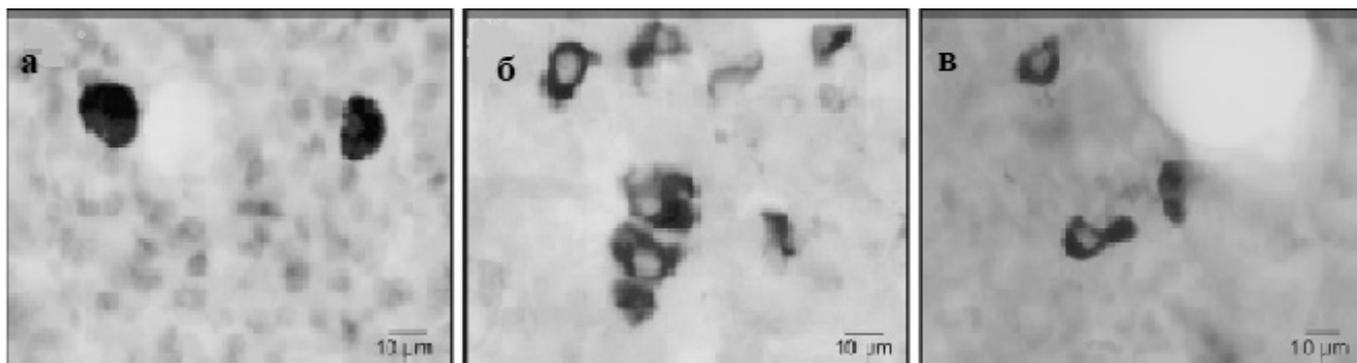


Рис.1. Клетки, продуцирующие гормоны: а-адренотропный гормон (АКТГ), б-соматотропный гормон (СТГ), в-пролактин (ПРЛ).

из нижних каменных синусов. Диагноз «БК» считали подтвержденным, если при иммуногистохимическом исследовании (ИГХИ) операционного материала была выявлена экспрессия АКТГ в клетках удаленной аденомы гипофиза. У пациентов с отрицательными результатами ИГХИ в послеоперационном периоде диагноз подтверждали при развитии ремиссии гиперкортицизма.

Гистологическая характеристика опухоли применима на начальном этапе морфологической диагностики аденом и не отражает их функционального состояния. Гистологическое исследование кортикотропином с окраской гематоксилином и эозином показала, что наиболее часто встречаются базофильные кортикотропиномы. Нередко в их клеточный состав, помимо базофильных клеток, входят эозинофильные или хромофобные [14].

В результате сдавления ткани аденом в турецком седле или сосудистых нарушений при быстром росте опухолей нередко развиваются некроз и кровоизлияния. Кистозные изменения были обнаружены у 5 пациентов (12,5%), что, вероятно, является следствием дистрофических и атрофических процессов с трансформацией выходящего из клеток секрета в кистозную жидкость.

Иммунорфологическая характеристика. По результатам ИГХИ можно судить, что бигормональные кортикотропиномы встречаются чаще моногормональных. Это связано с происхождением аденом из клеток ДНЭС. Такие аденомы характеризуются тем, что в их состав входят клетки с разным типом секреторной активности, или в одних клетках и даже в одних и тех же гранулах содержатся 2 гормона [15]. Ввиду избыточной секреции доминирующего гормона, особенность течения заболевания была в пользу гиперсекреции АКТГ и проявлялась типичной клинической картиной болезни Иценко-Кушинга. Повышение в крови уровня других

гормонов обычно не регистрируется по разным причинам: малое количество клеток опухоли, способных секретировать их; синтез неполноценных молекул гормонов; нарушение проникновения в кровотоки и быстрый распад. При ИГХИ кортикотропином обычно выявляется такое сочетание гормонов: АКТГ-СТГ, АКТГ-ПРЛ [14].

Кроме того, при помощи ИГХИ возможно определение маркеров биологического поведения опухолей, которые, вероятно, позволят установить прогноз дальнейшего течения заболевания. Экспрессия галектина-3 выявлена в опухолях гипофиза, секретирующих АКТГ или пролактин. Галектин-3 способствует росту опухоли, угнетает апоптоз, влияет на ангиогенез новообразования и обеспечивает его метастазирование [16].

Ki-67 — это белок, который экспрессируется делящимися клетками во все активные фазы клеточного цикла и отсутствует в покоящихся клетках. Ki-67 считается специфическим маркером пролиферации, с помощью которого определяют ростовую фракцию опухоли. Ki-67 значительно чаще определяется в инвазивных аденомах гипофиза, чем в неинвазивных, и чаще выявляется в рецидивных опухолях по сравнению с первичными очагами [17].

Выводы

По результатам патоморфологического исследования АКТГ-секретирующих аденом гипофиза было выполнено сравнение двух групп пациентов по 20 человек. У первой группы пациентов в послеоперационном периоде достигнута стойкая ремиссия, у второй отмечалось рецидивирование заболевания. Явной взаимосвязи между патоморфологическими особенностями опухоли и вероятности рецидивирования не наблюдается. У всех пациентов, по клеточному составу, аденомы были базофильными. При ИГХИ большинство аденом являются бигормональными с доминирующей секрецией АКТГ.

Индекс пролиферации Ki-67 в АКТГ-секретирующих аденомах гипофиза в нашем исследовании варьировал от 0 до 3% у одного пациента с ремиссией значение достигло 5%, у двоих пациентов с ремиссией — 3,7%, у одного

пациента с рецидивом — 3,6%. Несмотря на то, что Ki-67 >3% ассоциирован со злокачественным потенциалом, наблюдение за этим больным в течение года не выявило признаков злокачественного роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болезнь Иценко–Кушинга: клиника, диагностика, дифференциальная диагностика, методы лечения / Мельниченко, Г.А. [и др.] // Проблемы эндокринологии. — 2015. — Т. 61. — № 2. —
2. Григорьев А.Ю. Нейрохирургическое лечение пациентов с болезнью Иценко — Кушинга и акромегалией // Международный эндокринологический журнал. — 2011. — Т. 5. — № 37.
3. Postoperative Complications of Endoscopic Versus Microscopic Transsphenoidal Pituitary Surgery: A Meta-Analysis / J. Fang [et al.] // Physicians Surg Pak. — 2018. — Vol. 28, № 7. — P. 554–559.
4. Dallapiazza, R.F. Outcomes of endoscopic transsphenoidal pituitary surgery / R.F. Dallapiazza, J.A. Jane Jr. // Endocrinol Metab Clin North Am. — 2015. — Vol. 44, № 1. — P. 105–115.
5. Starke, R.M. Endoscopic transsphenoidal surgery for Cushing disease: techniques, outcomes, and predictors of remission / R.M. Starke, D.L. Reames, C.J. Chen // Neurosurgery. — 2013. — Vol. 72, № 2. — P. 240–247
6. Бычков М.Б., Дребуадзе Э.Н., Большакова С.А. // Практическая онкол. — 2005. — Т. 6, N 4. — С. 213–217.
7. Имянитов Е.Н. // Практическая онкол. — 2005. — Т. 6, № 4. — С. 202–204.
8. Amar AP, Weiss MH (2003) Pituitary anatomy and physiology. Neurosurg Clin N Am 14:11–23.
9. Тер-Ованесов М.Д., Полоцкий Б.Е. // Практическая онкол. — 2005. — Т. 6, № 4. — С. 220–225.
10. Marcello D., Shlomo M. // Arq. Brasil. Endocrinol. Metab. — 2005. — Vol. 49, N 5. — P. 12–14.
11. Марова Е.И. Нейроэндокринология. Клинические очерки. — Ярославль. 1999. — С. 7–40; 132–138.
12. Machado M., de Sa S., Correa-Giannelia M.L. et al. // Hormones. — 2006. — Vol. 5, N 1. — P. 57.
13. Пальцев М.А., Пауков В.С., Улумбекова Э.Г. Патология. — М., 2002. — С. 432–439.
14. McKeever P.E., Koppelman M.C, Metcalf D. et al. // Clin. Endocrinol. Metab. — 1985. — Vol. 14, N 4. — P. 765–789.
15. Kontogeorgos G. // Hormones. — 2006. — Vol. 5, N 1. — P. 28.
16. Jin I., Kiss D., Ruebel K. // Endocr. Pathol. — 2005. — Vol. 16, N2. — P. 107–114.
17. Mastronardi L. // Abstract 6-th European Workshop on Pituitary Adenomas. — Berlin, 1995. — P. 33.
18. LiVolsi V.A., Asa S.L. Endocrine Pathology. — Edinburgh, 2002. — P. 46–48.
19. Machado M., de Sa S., Correa-Giannelia M. L. et al. // Hormones. — 2006. — Vol. 5, N 1. — P. 57.
20. Spada A., Vallar L. // Trends Endocrinol. Metab. — 1992. — Vol. 71, N3. — P. 355–360.
21. Boscaro M., Bertherat J., Ludlam W. et al. // Hormones. — 2006. — Vol. 5, N 1. — P. 56.
22. Hoffland L.J., van der Hoek J., Feelders R. et al. // Eur. J. Endocrinol. — 2005. — Vol. 152, N 4. — P. 645–654.
23. Черемилло, В.Ю. Эндоскопическая трансфеноидальная хирургия аденом гипофиза / В.Ю. Черемилло, А.В. Полежаев, В.Р. Гофман // Журн«Нейрохирургия» — 2007. — № 2. — С 75.

© Тихонов Константин Владиславович (y94@bk.ru),

Черемилло Владислав Юрьевич (cherebillo@mail.ru), Драгун Вадим Михайлович (dragun_vm@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭНДОСКОПИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ НЕВАРИКОЗНЫХ ГАСТРОДУОДЕНАЛЬНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЙ

ENDOSCOPIC TREATMENT OF NON-VARICEAL GASTRODUODENAL BLEEDINGS

**Z. Totikov
V. Totikov
R. Chubetsova
T. Kaziev
V. Medoev
M. Kalitsova
E. Mindzaeva**

Summary. Non-variceal gastroduodenal bleeding is an actual problem of modern emergency surgery. Esophagogastroduodenoscopy is the main method for diagnosing this pathology, and endoscopic hemostasis is recommended to be used as a priority, since it allows most patients to stop bleeding, reduce the risk of recurrence, the need for surgical intervention and overall mortality. This review presents the most commonly used methods of endohemostasis in practice and their use in non-variceal gastroduodenal bleeding of various etiologies.

Keywords: non-variceal gastroduodenal bleeding, endoscopic treatment.

Тотиков Заурбек Валерьевич

*Д.м.н., профессор, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ
z-totikov@mail.ru*

Тотиков Валерий Зелимханович

*Д.м.н., профессор, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ
vz-totikov@mail.ru*

Хубецова Рамина Аликовна

*Аспирант, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ
chubetsova91@mail.ru*

Казиев Тимур Таймуразович

*Аспирант, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ
tmrkzv@mail.ru*

Медоев Вадим Вальтерович

*Доцент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ
vmedoev@yandex.ru*

Калицова Мадина Валентиновна

*Доцент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ
madina777@yandex.ru*

Миндзаева Елена Георгиевна

*Доцент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ
amindzaeva@mail.ru*

Аннотация. Неvarикозные гастродуоденальные кровотечения продолжают оставаться актуальной проблемой современной неотложной хирургии. Эзофагогастродуоденоскопия является основным методом диагностики данной патологии, а эндоскопический гемостаз рекомендуется использовать в приоритетном порядке, поскольку он позволяет у большинства больных добиться остановки кровотечения, снизить риски рецидива, потребность в хирургическом вмешательстве и общую летальность. В данном обзоре представлены наиболее часто используемые в практике методы эндогемостаза и их применение при неvarикозных гастродуоденальных кровотечениях различной этиологии.

Ключевые слова: неvarикозные гастродуоденальные кровотечения, эндоскопическое лечение.

Острые кровотечения из верхних отделов желудочно-кишечного тракта являются распространенной патологией, встречающейся по данным зарубежной литературы с частотой около 50–150 случаев на 100 000 населения [1,2,3]. Общая смертность

от острых кровотечений из верхних отделов ЖКТ составляет 10–11%, при этом если они развиваются у стационарных больных этот показатель может достигать 26% и более [1,2,3]. Как показывают данные литературы наиболее высокий риск неблагоприятного исхода

наблюдается у пациентов старших возрастных групп с тяжелыми сопутствующими заболеваниями [2,4]. Существует множество причин развития кровотечений из верхних отделов ЖКТ, которые делятся на варикозные и неварикозные [2,4]. Первая категория обусловлена портальной гипертензией и варикозным расширением вен пищевода и желудка, а вторая включает в себя все остальные возможные причины кровотечений, к которым относятся язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, синдром Меллори-Вейса, гастродуоденальные эрозии, синдром Делафуа, артериовенозные мальформации, а так же различные опухоли верхних отделов ЖКТ [4,5].

Эзофагогастродуоденоскопия и фармакотерапия стали основой лечения неварикозных гастродуоденальных кровотечений [6]. ЭГДС позволяет выявить очаг кровотечения, классифицировать риск повторного кровотечения и применить различные способы эндогемостаза в рамках одного исследования, в то время как фармакотерапия, направлена на стабилизацию сгустка и заживление язвенного дефекта за счет глубокого подавления кислотности [6].

На сегодняшний день при подозрении на кровотечение из верхних отделов ЖКТ перед выполнением эндоскопического исследования рекомендуется внутривенное введение ингибиторов протонной помпы (ИПП), которые позволяют нейтрализовать рН и приводят к стабилизации тромбов [6]. В то же время, их применение не оказывает существенного влияния на такие параметры как потребность в переливании крови, частоту рецидивов кровотечения и общую летальность [6]. Хорошая эндоскопическая визуализация крайне важна для идентификации источника кровотечения и успешного проведения эндогемостаза. В связи с чем некоторыми авторами рекомендуется назначение прокинетиков за 30–120 минут до проведения эндоскопического исследования, что так же позволяет уменьшить необходимость повторных исследований [7,8,9].

Золотым стандартом диагностики кровотечений из верхних отделов ЖКТ является ЭГДС, которую многие международные руководства рекомендуют выполнять в течение 12–24 часов после поступления больного, уделяя особое внимание гемодинамической стабилизации пациентов перед процедурой [6,10,11,12]. Ранняя ЭГДС безопасна и эффективна для всех групп риска, позволяет своевременно диагностировать и проводить лечебные мероприятия, сокращает использование ресурсов стационара и продолжительность госпитализации больных, а также снижает потребность в хирургическом вмешательстве [12,13]. В то же время, на сегодняшний день оптимальное время проведения

эндоскопического исследования остается предметом дискуссии [1,14,15].

В проспективном исследовании 4478 пациентов, проведенном в Великобритании, было показано, что более ранняя ЭГДС (<12 часов с момента поступления) не приводила к снижению летальности или увеличению частоты хирургических вмешательств по сравнению с ЭГДС, выполненной в течение 24 часов [3].

В нескольких исследованиях изучалось клиническое влияние неотложной (в течение 6 часов после поступления) и ранней (в течение 12 часов) ЭГДС на смертность у пациентов с острыми гастродуоденальными кровотечениями [10, 14,16,17]. Эти исследования не показали достоверной разницы в уровне показателей летальности между группами сравнения. Другие исследователи выявили, что неотложное эндоскопическое исследование было связано с более низкой летальностью у тяжелых пациентов с неварикозными гастродуоденальными кровотечениями [18,19]. В то же время, N.L. Kumar et al. [20] на основе анализа результатов лечения 361 пациента с неварикозными ГДК пришли к выводу, что неотложная ЭГДС, особенно у пациентов с невысоким риском по шкале Glasgow-Blatchford, более чем в пять раз увеличивает риск неблагоприятного исхода. К аналогичным выводам пришли и другие исследователи [21]. Таким образом, необходимы дальнейшие проспективные исследования для уточнения и определения оптимальных сроков проведения ЭГДС у пациентов с острыми неварикозными ГДК.

Эндоскопическое исследование позволяет провести стратификацию риска у пациентов с кровотечением из верхних отделов ЖКТ. Пациенты с низким риском развития рецидива могут быть идентифицированы для ранней выписки, в то время как больным с высоким риском рецидива могут быть выполнены неотложные эндоскопического вмешательства [2].

Для остановки продолжающегося и предотвращения возникновения повторного кровотечения можно использовать ряд методов, включая инъекционные, термические и механические [2,10].

Эндоскопическая инъекция раствора адреналина широко используется для лечения ГДК, потому что она недорога, проста в применении и эффективна [6,22]. Быстрый гемостаз достигается за счет местной тампонады, вазоспазма и индукции тромбоза [6,7,13]. Работы ряда исследователей показали, что чем больше объем вводимого раствора адреналина, тем ниже риск развития повторного кровотечения за счет продления гемостатического эффекта местной тампонады, сужения сосудов и агрегации тромбоцитов [23,24,25]. Однако

не следует забывать о потенциальных рисках развития гипертонического криза и нарушений сердечного ритма при использовании раствора адреналина у пациентов пожилого и старческого возраста [25]. Кроме того, инъекции большого объема адреналина могут приводить к некрозу тканей с развитием перфорации стенки желудка или двенадцатиперстной кишки [25,26]. Таким образом, все еще остается открытым вопрос каков же «оптимальный объем инъекции» адреналина для достижения оптимального гемостаза и предотвращения как повторного кровотечения, так и развития побочных эффектов. Немаловажным является и тот факт, что вышеописанные эффекты применения адреналина исчезают примерно через 20 минут, поэтому рекомендуется сочетать инъекционный гемостаз с другими методами [6,13].

Другими веществами, которые могут использоваться в дополнении к эпинефрину или в качестве альтернативы ему, являются склерозанты [6,7]. Склерозанты (например, полидоканол, этаноламин, этанол и т.д.) являются раздражителями тканей, которые вызывают эндодифиброз и облитерацию сосудов из-за тромбоза сосудов и повреждения эндотелия при введении в кровеносные сосуды или рядом с ними, в то же время широкое использование их на сегодняшний день ограничено из-за рисков развития серьезных локальных побочных эффектов [7,27,28].

Термическая коагуляция может быть достигнута с помощью контактных термических зондов, аргоноплазменной коагуляции или лазера [1,7]. Термокоагуляция использует прямой контакт с местом кровотечения, при этом тепловая энергия передается через различные устройства [1]. Аргоноплазменная коагуляция — это бесконтактный тепловой метод гемостаза, в котором используется ионизированный негорючий газ аргон для передачи тепловой энергии, которая приводит к коагуляции ткани-мишени [7]. Лазерная фотокоагуляция использует лазер Nd: YAG для создания гемостаза путем выделения тепла, вызывающего прямую коагуляцию сосудов [8]. Это бесконтактный термический метод, при этом он менее эффективен чем электрокаутерный или нагревательный зонд, потому что в нем не используется компрессия для создания эффекта тампонады [8]. Дополнительным сдерживающим фактором для его использования является высокая стоимость.

Несмотря на эффективность термической коагуляции, достигающей 80–87,5%, у 10–17,8% больных наблюдается рецидив кровотечения [29]. Немаловажную роль в успехе данной процедуры играют локализация источника кровотечения, хорошая его визуализация, а также диаметр кровоточащего сосуда, поскольку в условиях массивных продолжающихся кровотечений

и неудовлетворительной визуализации достичь гемостаза при помощи контактных устройств или лазера бывает крайне сложно, а при диаметре сосуда более 2 мм аргоноплазменную коагуляцию можно рассматривать лишь как временную меру для подготовки больного к хирургическому лечению [25,29].

Механический эндогемостаз с помощью различных клипс эффективен за счет физического сдавления кровоточащего сосуда, в то же время этот метод требует хорошей визуализации источника кровотечения [1]. Клипсы не вызывают повреждения тканей или воспалительной реакции, которые наблюдаются при использовании склерозантов или термической коагуляции [6,26]. При этом они могут применяться при лечении рецидивных кровотечений после ранее использованной термокоагуляции [7,30]. В нескольких исследованиях сообщалось о результатах успешного гемостаза с помощью клипс в диапазоне 70–100% [31,32,33,34], при этом рецидивы кровотечения в течение 7 дней после процедуры имели место у 5–33% больных. В наблюдениях J. Brandler et al. [34] и R. Lamberts et al. [36] рецидивы наблюдались в 26% случаев. По мнению J.J. Sung et al. [10] использование клипс в определенных отделах желудка (например, малая кривизна желудка) и двенадцатиперстной кишки (соединение верхней и нисходящей частей двенадцатиперстной кишки) может сопровождаться техническими сложностями.

Обнадеживающие результаты в лечении неварикозных ГДК продемонстрировало использование гемостатического нанопорошка Гемоспрей, который при эндоскопическом нанесении на кровоточащую поверхность образует механический барьер, приводя к быстрому гемостазу [7,10,37]. Частота успешного гемостаза с нанопорошком при неварикозном ГДК (включая язвы и другие поражения) варьирует от 75% до 100%, однако, число повторных кровотечений на фоне его применения составляет от 10% до 49% [7,10,37,38,39,40,41]. При этом время, в течение которого порошок остается в желудочно-кишечном тракте, короткое и удаляется он уже в течение 24 часов после нанесения [7,10]. Таким образом, как считают некоторые авторы, этот метод может рассматриваться только как временная мера в тех случаях, когда другие методы эндоскопического гемостаза недоступны или не эффективны, а также для подготовки больных к применению более надежных методик гемостаза [5,10,11,41].

Многочисленные исследования показали, что наиболее эффективным в лечении язвенных ГДК является комбинированный эндоскопический гемостаз, дополненный у больных с высоким риском рецидива внутривенной терапией ИПП в течение 72 часов [7,42,43]. Такой подход достоверно снижает частоту повторных

кровотечений, оперативных вмешательств и летальность.

Кровотечения при синдроме Мэллори-Вейса чаще всего прекращаются спонтанно, частота повторных кровотечений при этой патологии достигает 10% [8]. Пациентам с продолжающимся или рецидивным кровотечением может потребоваться эндоскопический гемостаз, при этом биполярная электрокоагуляция, инъекции адреналина и клипирование демонстрируют схожую эффективность [7,8]. Эндоскопический гемостаз путем клипирования является первым выбором при синдроме Делафуа [8,44]. Эндоскопическое клипирование превосходит инъекционный гемостаз и сравнимо с термокоагуляцией в обеспечении гемостаза при кровоточащих обусловленных синдромом Делафуа [8,45]. При кровотечениях причиной которых являются артериовенозные мальформации к наиболее эффективным гемостатическим методам относятся аргоноплазменная коагуляция, биполярная термокоагуляция, лигирование и склеротерапия [7,8,46]. Эндоскопический гемостаз при кровотечениях из опухолей верхних отделов желудочно-кишечного тракта, как правило, включает в себя инъекционные методы, термо- и аргоноплазменную коагуляцию, а также использование гемостатического нанопорошка [7,37,47]. Однако все виды эндогемостаза при данной патологии демонстрирует меньшую эффективность и более высокую частоту рецидивных кровотечений [7,8].

Несмотря на то, что эндоскопический гемостаз позволяет эффективно купировать неварикозные ГДК у большинства больных, рецидивы могут возникать у 7–24%, что требует повторной попытки эндогемостаза или использования эндоваскулярного или хирургического методов остановки кровотечения [1,6,7,9].

Заключение

Таким образом, как показывает анализ литературы неварикозные гастродуоденальные кровотечения продолжают оставаться серьезной проблемой в urgentной хирургической практике. ЭГДС играет ключевую роль в диагностике данной патологии и должна выполняться в ранние сроки поступления больных, в тоже время требуют уточнения наиболее оптимальные сроки проведения исследования в зависимости от состояния пациента. Эндоскопический гемостаз всех острых ГДК должен основываться не только на монотерапии, но и на комбинации инъекционной терапии с другими методами. Выбор терапии должен оставаться на усмотрение специалиста, исходя из характера и локализации поражения, имеющихся в клинике возможностей и опыта врача-эндоскописта. С целью улучшения результатов лечения больных с неварикозными ГДК необходимы поиски новых способов эндогемостаза и определение оптимального метода гемостаза для каждой конкретной патологии.

ЛИТЕРАТУРА

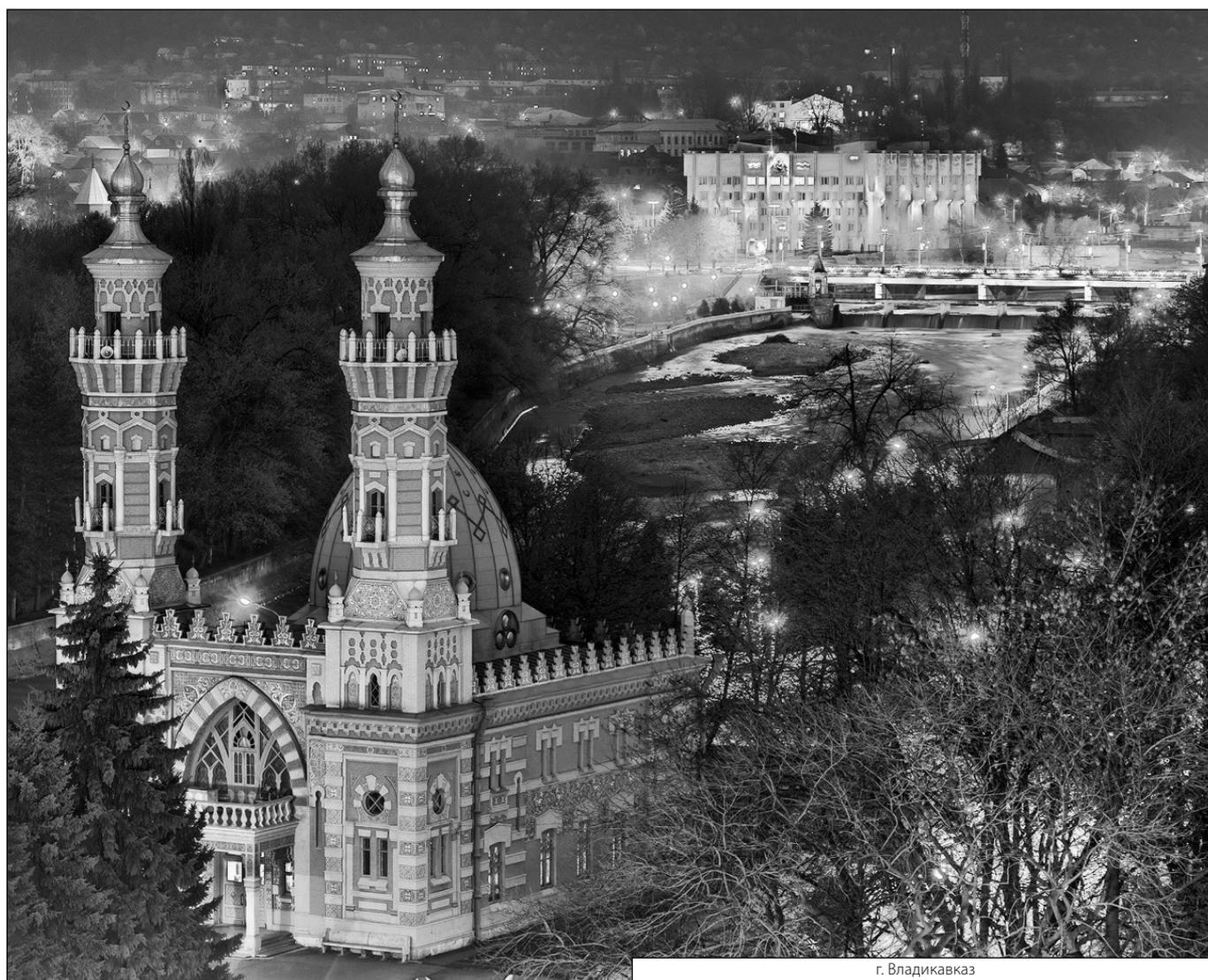
1. Alzoubaidi D, Lovat LB, Haidry R. Management of non-variceal upper gastrointestinal bleeding: where are we in 2018? // *Frontline Gastroenterol.* 2019;10:35–42.
2. Jafar W., Jafar A.J.N., Sharma A. Upper gastrointestinal haemorrhage: an update. // *Frontline Gastroenterol.* 2016 Jan;7 (1):32–40.
3. Jairath V., Kahan B.C., Logan R.F.A., Hearnshaw S.A., Doré C.J., Travis S.P.L., Murphy M.F., Palmer K.R. Outcomes following acute nonvariceal upper gastrointestinal bleeding in relation to time to endoscopy: results from a nationwide study. // *Endoscopy* 2012;44:723–30.
4. Тотиков З.В., Тотиков В.З., Ремизов О.В., Хубецова Р.А., Казиев Т.Т. Гастродуоденальные кровотечения язвенной этиологии. // *Медицинский вестник Башкортостана.* 2022;1:70–77.
5. Gaiani F., De'Angelis N., Kayali S., Manfredi M., Di Mario F., Leandro G., Ghiselli A., Fornaroli F., De'Angelis G.L. Clinical approach to the patient with acute gastrointestinal bleeding. // *Acta Biomed* 2018 Dec 17;89 (8-5):12–19.
6. Holster I.L., Kuipers E.J. Update on the endoscopic management of peptic ulcer bleeding. // *Curr Gastroenterol Rep.* 2011 Dec;13 (6):525–31.
7. Mujtaba S., Chawla S., Massaad J.F. Diagnosis and Management of Non-Variceal Gastrointestinal Hemorrhage: A Review of Current Guidelines and Future Perspectives. // *J Clin Med.* 2020 Feb; 9 (2): 402.
8. Szura M., Pasternak A. Upper non-variceal gastrointestinal bleeding — review the effectiveness of endoscopic hemostasis methods. // *World J Gastrointest Endosc.* 2015 Sep 25;7 (13):1088–95.
9. Hwang J.H., Fisher D.A., Ben-Menachem T., Chandrasekhara V., Chathadi K., Decker G.A., Early D.S., Evans J.A., Fanelli R.D., Foley K. The role of endoscopy in the management of acute non-variceal upper GI bleeding. // *Gastrointest. Endosc.* 2012;75:1132–1138.
10. Sung J.J., Chiu P.W., Chan F.K.L., Lau J.Y., Goh K. — L., Ho L.H., Jung H. — Y., Sollano J.D., Gotoda T., Reddy N., et al. Asia-Pacific working group consensus on non-variceal upper gastrointestinal bleeding: An update 2018. // *Gut.* 2018;67:1757–1768.
11. Barkun A.N., Almadi M., Kuipers E.J., Laine L., Sung J., Tse F., Leontiadis G.I., Abraham N.S., Calvet X., Chan F.K., et al. Management of Nonvariceal Upper Gastrointestinal Bleeding: Guideline Recommendations From the International Consensus Group. // *Ann. Intern. Med.* 2019;171:805–822.
12. Gralnek I.M., Stanley A.J., Morris A.J., Camus M., Lau J., Lanis A., Laursen S.B., Radaelli F., Papanikolaou I.S., Cúrdia Gonçalves T., Dinis-Ribeiro M., Awadie H., Braun G., de Groot N., Udd M., Sanchez-Yague A., Neeman Z., van Hooft J.E. Endoscopic diagnosis and management of nonvariceal upper gastrointestinal hemorrhage (NVUGIH): European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline — Update 2021. // *Endoscopy.* 2021 Mar;53 (3):300–332.

13. Barkun A.N., Bardou M., Martel M., Gralnek I.M., Sung J.J. Prokinetics in acute upper GI bleeding: A meta-analysis. // *Gastrointest. Endosc.* 2010;72:1138–1145.
14. Kim J., Gong E.J., Seo M., Park J.K., Lee S.J., Han K.H., Kim Y.D., Jeong W.J., Cheon G.J., Seo H.I. Timing of endoscopy in patients with upper gastrointestinal bleeding. // *Sci Rep.* 2022 Apr 27;12 (1):6833.
15. Freitas M., Macedo Silva V., Cúrdia Gonçalves T., Marinho C., Cotter J. How Can Patient's Risk Dictate the Timing of Endoscopy in Upper Gastrointestinal Bleeding? // *GE Port J Gastroenterol.* 2021 Jun 24;29 (2):96–105.
16. Tai C.M., Huang S.P., Wang H.P. High-risk ED patients with nonvariceal upper gastrointestinal hemorrhage undergoing emergency or urgent endoscopy: A retrospective analysis. // *Am. J. Emerg. Med.* 2007;25:273–278.
17. Lau J.Y.W., Yu Y., Tang R.S.Y. Timing of endoscopy for acute upper gastrointestinal bleeding. // *N. Engl. J. Med.* 2020;382:1299–1308.
18. Lim L.G., Ho K.Y., Chan Y.H. Urgent endoscopy is associated with lower mortality in high-risk but not low-risk nonvariceal upper gastrointestinal bleeding. // *Endoscopy.* 2011;43:300–306.
19. Cho S.H., Lee Y.S., Kim Y.J. Outcomes and role of urgent endoscopy in high-risk patients with acute nonvariceal gastrointestinal bleeding. // *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* 2018;16:370–377.
20. Kumar N.L., Cohen A.J., Naylor J., Claggett B.L., Saltzman J.R. Timing of upper endoscopy influences outcomes in patients with acute nonvariceal upper GI bleeding. // *Gastrointest. Endosc.* 2017;85:945–952.
21. Alexandrino G., Domingues T.D., Carvalho R., Costa M.N., Lourenço L.C., Reis J. Endoscopy Timing in Patients with Acute Upper Gastrointestinal Bleeding. // *Clin Endosc.* 2019 Jan;52 ((1)):47–52.
22. Naseer M, Lambert K, Hamed A, Ali E. Endoscopic advances in the management of non-variceal upper gastrointestinal bleeding: A review. // *World J Gastrointest Endosc* 2020; 12 (1): 1–16.
23. Lin H.J., Hsieh Y.H., Tseng G.Y., Perng C.L., Chang F.Y., Lee S.D. A prospective, randomized trial of large- versus small-volume endoscopic injection of epinephrine for peptic ulcer bleeding. *Gastrointest Endosc.* 2002;55:615–619.
24. Park C.H., Lee S.J., Park J.H., Park J.H., Lee W.S., Joo Y.E., Kim H.S., Choi S.K., Rew J.S., Kim S.J. Optimal injection volume of epinephrine for endoscopic prevention of recurrent peptic ulcer bleeding. // *Gastrointest Endosc.* 2004;60:875–880.
25. Liou T.C., Lin S.C., Wang H.Y., Chang W.H. Optimal injection volume of epinephrine for endoscopic treatment of peptic ulcer bleeding. // *World J Gastroenterol.* 2006;12:3108–3113.
26. Pescatore P., Jornod P., Borovicka J., Pantoflickova D., Suter W., Meyenberger C., Blum A.L., Dorta G. Epinephrine versus epinephrine plus fibrin glue injection in peptic ulcer bleeding: a prospective randomized trial. // *Gastrointest Endosc.* 2002;55:348–353.
27. Laine L., McQuaid K.R. Endoscopic Therapy for Bleeding Ulcers: An Evidence-Based Approach Based on Meta-Analyses of Randomized Controlled Trials. // *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* 2009;7:33–47.
28. Croffie J., Somogyi L., Chuttani R., DiSario J., Liu J., Mishkin D., Shah R.J., Tierney W., Song L.M.W.K., Petersen B.T. Sclerosing agents for use in GI endoscopy. // *Gastrointest. Endosc.* 2007;66:1–6.
29. Деговцов Е.Н., Возлюбленный С.И., Прохоренко А.В., Федоров А.О. Реализация аргоно-плазменной коагуляции в лечении пациентов с желудочно-кишечным кровотечением. // *Альманах института хирургии им. А.В. Вишневского.* 2015;2:1283–1284.
30. Jensen D.M., Machicado G.A., Hirabayashi K. Randomized controlled study of 3 different types of hemoclips for hemostasis of bleeding canine acute gastric ulcers. // *Gastrointest. Endosc.* 2006;64:768–773.
31. Chan S.M., Chiu P.W., Teoh A.Y. Use of the over-the-scope clip for treatment of refractory upper gastrointestinal bleeding: a case series. // *Endoscopy.* 2014;46:428–31.
32. Wedi E., Gonzalez S., Menke D. One hundred and one over-the-scope-clip applications for severe gastrointestinal bleeding, leaks and fistulas. // *World J Gastroenterol.* 2016;22:1844–53.
33. Manta R., Galloro G., Mangiavillano B. Over-the-scope clip (OTSC) represents an effective endoscopic treatment for acute GI bleeding after failure of conventional techniques. // *Surg Endosc.* 2013;27:3162–4.
34. Kirschniak A., Subotova N., Zieker D. The over-the-scope clip (OTSC) for the treatment of gastrointestinal bleeding, perforations, and fistulas. // *Surg Endosc.* 2011;25:2901–5.
35. Brandler J., Baruah A., Zeb M., Mehfooz A., Pophali P., Wong Kee Song L., AbuDayyeh B., Gostout C., Mara K., Dierkhising R., Buttar N. Efficacy of Over-the-Scope Clips in Management of High-Risk Gastrointestinal Bleeding. // *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2018;16:690–696.
36. Lamberts R., Koch A., Binner C., Zachäus M., Knigge I., Bernhardt M., Halm U. Use of over-the-scope clips (OTSC) for hemostasis in gastrointestinal bleeding in patients under antithrombotic therapy. // *Endosc Int Open.* 2017;5: E324–E330.
37. Haddara S., Jacques J., Leclaire S., Branche J., Leblanc S., Le Baleur Y., Privat J., Heyries L., Bichard P., Granval P. A novel hemostatic powder for upper gastrointestinal bleeding: A multicenter study (the “GRAPHE” registry). // *Endoscopy.* 2016;48:1084–1095.
38. Тотиков З.В., Тотиков В.З., Хубецова Р.А., Казиев Т.Т., Логвина Л.Л. Современные и перспективные способы эндоскопического гемостаза у больных с неварикозными гастродуоденальными кровотечениями. // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки.* 2022;4–2:224–231.
39. De Santiago E.R., Burgos-Santamaria D., Pérez-Carazo L., Brullet E., Ciriano L., Pons F.R., de Jorge Turrión M.A., Prados S., Pérez-Corte D., Becerro-Gonzalez I., et al. Hemostatic spray powder TC-325 for GI bleeding in a nationwide study: Survival and predictors of failure via competing risks analysis. // *Gastrointest. Endosc.* 2019;90:581–590.

40. Changela K., Papafragkakis H., Ofori E., Ona M.A., Krishnaiah M., Duddempudi S., Anand S. Hemostatic powder spray: A new method for managing gastrointestinal bleeding. // *Theor. Adv. Gastroenterol.* 2015;8:125–135.
41. Chen Y.— I., Barkun A., Nolan S. Hemostatic powder TC-325 in the management of upper and lower gastrointestinal bleeding: A two-year experience at a single institution. // *Endoscopy.* 2015;47:167–171.
42. Кубышкин В.А., Сажин В.П., Федоров А.В., Кривцов Г.А., Сажин И.В. Организация и результаты хирургической помощи при язвенном гастродуоденальном кровотечении в стационарах центрального федерального округа. // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2017;2:4–9.
43. Vergara M., Bennett C., Calvet X., Gisbert J.P. Epinephrine injection versus epinephrine injection and a second endoscopic method in high-risk bleeding ulcers. // *Cochrane DB. Syst. Rev.* 2014;10:1–79.
44. Alis H., Oner O.Z., Kalayci M.U., Dolay K., Kapan S., Soylu A., Aygun E. Is endoscopic band ligation superior to injection therapy for Dieulafoy lesion? // *Surg Endosc.* 2009;23:1465–1469.
45. Jacques J., Legros R., Chaussade S., Sautereau D. Endoscopic haemostasis: an overview of procedures and clinical scenarios. // *Dig Liver Dis.* 2014;46:766–776.
46. Hermansen J.F., Glerup H. Treatment of gastric antral vascular ectasia with endoscopic banding. // *Ugeskr. Laeger.* 2015;177: V06150526.
47. Heller S.J., Tokar J.L., Nguyen M.T., Haluszka O., Weinberg D.S. Management of bleeding GI tumors. // *Gastrointest. Endosc.* 2010;72:817–824.

© Тотиков Заурбек Валерьевич (z-totikov@mail.ru), Тотиков Валерий Зелимханович (vz-totikov@mail.ru),
Хубецова Рамина Аликовна (chubetsova91@mail.ru), Казиев Тимур Таймуразович (tmrkzv@mail.ru),
Медоев Вадим Вальтерович (vmedoev@yandex.ru), Калицова Мадина Валентиновна (madina777@yandex.ru),
Миндзаева Елена Георгиевна (amindzaeva@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Владикавказ

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ И ВЫБОРА ЗОНЫ ИМПЛАНТАЦИИ НА НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И СРЕДНЕ-ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕНТИРОВАНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМЫМИ КРОНАРНЫМИ СТЕНТАМИ BVS ABSORB У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ИБС

IMPACT OF TECHNICAL ASPECTS AND OF THE CHOICE OF IMPLANTATION AREA ON IMMEDIATE AND MID-TERM RESULTS WITH BIORESORBABLE VASCULAR SCAFFOLDS ABSORB IN PATIENTS WITH CHRONIC ISCHEMIC HEART DISEASE

**V. Fomenko
D. Ioseliani
D. Asadov**

Summary. Currently, coronary artery stenting is an important step in the treatment of coronary heart disease. However, only biodegraded stents are able, having fulfilled their immediate function, to disappear, leaving no substrate for the ongoing inflammatory reaction, from the coronary bed. The immediate and medium-term success of implantation with biodegraded scaffolds is quite high, however, in the early stages after stent installation, there is a possibility of thrombosis and restenosis. These complications can be avoided by following a number of special rules. In this article, we tried to highlight the main conditions for successfully achieving a satisfactory result of stenting with biodegradable frames. These include not only strict adherence to the prescriptions of the procedure technique for a specific type of stent, but also a properly selected segment of the coronary artery, based on the anatomical characteristics and type of lesion.

Keywords: coronary heart disease, biodegradable stents, immediate results of stenting, optically coherent tomography.

Фоменко Виктория Владимировна

Врач рентгенохирургических методов диагностики и лечения, НПЦ интервенционной кардиоангиологии
ФГАОУ ВО Первый московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова МЗ РФ
fomenko-victoria90@mail.ru

Иоселиани Давид Георгиевич

Академик РАН, доктор медицинских наук, профессор,
ФГАОУ ВО Первый московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова МЗ РФ

Асадов Джамиль Арифович

Кандидат медицинских наук, врач
рентгенохирургических методов диагностики. НПЦ
интервенционной кардиоангиологии
ФГАОУ ВО Первый московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова МЗ РФ

Аннотация. В настоящее время стентирование коронарных артерий является важным этапом в лечении ишемической болезни сердца. Однако, лишь биodeградированные стенты способны, выполнив свою непосредственную функцию, исчезнуть, не оставляя субстрата для продолжающейся воспалительной реакции, из венозного русла. Непосредственный и средне-отдаленный успех имплантации биodeградированными скелетами достаточно высок, однако, на ранних сроках после установки стента существует вероятность тромбоза и рестеноза. Эти осложнения можно избежать, соблюдая ряд особых правил. В данной статье мы старались выделить главные условия успешного достижения удовлетворительного результата стентирования биodeградируемыми каркасами. К ним относится не только строгое следование предписаний техники выполнения процедуры для конкретного вида стента, но и правильно подобранный сегмент коронарной артерии, исходя из анатомических характеристик и типа поражения.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, биodeградируемые стенты, непосредственные результаты стентирования, оптическая когерентная томография.

Ульрих Сигварт в 1986 году впервые в мире имплантировал металлический стент в коронарную артерию пациента с ИБС [1], что явилось началом нового этапа в реперфузионной терапии ИБС. Широкое внедрение стентирования коронарных ар-

терий привело к значительному улучшению результатов ангиопластики коронарных артерий и, тем самым, к улучшению результатов лечения пациентов с ИБС. Однако, дальнейшие исследования показали, что в отдаленные сроки после стентирования у определенной

части пациентов, по всей вероятности, ввиду установки в сосуде «инородного тела», происходит интенсивная пролиферация и неоинтимальная гиперплазия в стенках, в результате чего развивается in-stent стеноз или его окклюзия. Следует отметить, что роль стента крайне важна на относительно коротком промежутке времени, а именно, от момента его установки до завершения процесса пролиферации неоинтимы и эндотелизации, возникших в ответ на установку стента (как правило это занимает от 3 до 6 месяцев). Далее назначение стента резко снижается, но несмотря на это, он остается в сосудистом русле на всю жизнь и, являясь, «инородным телом», раздражающе воздействует на интиму сосуда, что в отдаленном периоде может явиться триггером для возникновения поздних тромбозов. В связи с этим, у исследователей появилась идея создания полностью биорастворимых стентов, которые, выполнив свою основную функцию, постепенно элиминировались бы, не оставляя субстрата для продолжающейся воспалительной реакции [2,3]. Первым воплощением в жизнь идеи биосовместимого внутрисосудистого каркаса стал стент Igaki-Tamai, состоящий из вещества PLLA (Poly-L-lactic acid), участвующего в цикле трикарбоновых кислот [4,5]. Однако, наибольшую популярность в семействе биодеградируемых каркасов приобрел разработанный компанией Abbot vascular CA, USA стент BVS Absorb. За основу дизайна стента был взят стент с лекарственным покрытием Xience компании Abbot vasc. CA, USA. Он изготовлен из (PLLA) с рентгенконтрастными маркерами из платины для позиционирования и оболочки из (PDLLA), содержащей лекарственное вещество Эверолимус [6,7,8].

Были проведены клинические исследования, среди которых наиболее значимыми были Absorb III и IV, задача которых заключалась в изучении эффективности и безопасности применения стентов Xience и BVS Absorb. Клинические испытания наиболее совершенного, полностью биодеградируемого стента BVS Absorb показали, что при их использовании наблюдается несколько повышенная склонность, по сравнению с современными металлическими стентами с лекарственным покрытием, к острому тромбозу [9,10,11]. В связи с этим, в 2018 году в США стенты BVS Absorb были запрещены к применению [12].

Однако, интерес профессионалов многих стран к биодеградируемым стентам остается повышенным, не является исключением и Россия. Учитывая это обстоятельство и имеющийся опыт нашего Центра в использовании BVS «Absorb», мы сочли целесообразным провести исследование с тщательным анализом ближайших и средне-отдаленных результатов использования этих стентов у больных с хроническими формами ИБС.

В ВК ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет) НПЦ Кардиоангиологии с июня 2014 года по декабрь 2015 год 114 пациентам с ИБС было имплантировано 199 внутрисосудистых каркасов Absorb.

Целью настоящего исследования является оценка непосредственных и средне-отдаленных результатов применения БДС у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) в зависимости от таких показателей сосуда как: диаметр, тип атероматозного повреждения (локальное, множественное или диффузное, протяженность, морфологии самой бляшки), с обязательным учетом технических особенностей имплантации биодеградируемых стентов.

Показаниями для имплантации биодеградируемых стентов явилась доказанная ишемия миокарда по данным функциональных проб (стабильная стенокардия и/или безболевого ишемия миокарда) в сочетании со значимым стенозирующим поражением коронарных артерий. Больные были разделены на группы с учетом сегмента коронарной артерии, диаметра, протяженности и морфологической характеристики поражения. Критериями исключения стали непереносимость дезагрегантной и антикоагулянтной терапии, чувствительность к эверолимусу, поли L-лактиду, а также пациенты с низкой фракцией выброса левого желудочка (менее 30%), с явлениями острого коронарного синдрома и с острыми нарушениями мозгового кровообращения в течение последних 6 месяцев. В исследование не вошли пациенты с поражением ствола ЛКА, устьевыми поражениями венечных артерий (в пределах 3 мм от аорты или бифуркации ствола ЛКА), а также с чрезмерной извитостью целевых сосудов и выраженным кальцинозом.

Материалы и методы

В исследование включено 114 пациентов с хроническими формами ИБС, которым имплантировано 199 биодеградируемых стентов. Краткие клинико-анамнестические данные представлены в табл. 1.

Большинство больных были мужского пола 73 (64%). Средний возраст составил $66,3 \pm 8,7$ лет. ИМТ у пациентов был незначительно повышен и составил $26,0 \pm 3,1$. Пациенты с артериальной гипертензией и вредными привычками (курением) в нашем исследовании составили 91,2% и 80,7% соответственно, а также у 39 (34,2%) пациентов был выявлен сахарный диабет. В наше исследование были включены пациенты с различными формами стенокардии, однако, наибольший процент составили пациенты со стабильной стенокардией — 71,9% (табл. 1).

Таблица 1. Клинико-anamnestическая характеристика больных.

| | | |
|-----------------------------|---------------------------|------------|
| Число пациентов, n | 114 | |
| Пол, м/ж | 73 (64%) /41 (36%) | |
| Возраст, лет | 66,3 ± | |
| ИМТ | 26,0 ± | |
| Сахарный диабет, n | 39 (34,2%) | |
| Курение, n | 92 (80,7%) | |
| Артериальная гипертензия, n | 104 (91,2%) | |
| Формы стенокардии, n | Стабильная стенокардия, n | 82 (71,9%) |
| | Безболевая стенокардия, n | 32 (28,1%) |

Таблица 2. Распределение стентов по размерам в зависимости от первоначального типа поражения (по АСС/АНА) и наличия или отсутствия постдилатации (ПД).

| Размеры скафолда в мм | «А» с ПД | «А» без ПД | «В» с ПД | «В» без ПД | «С» с ПД | «С» без ПД | Всего скаффолдов |
|-----------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|------------------|
| 2,5x18 | 18 | 10 | 7 | 6 | 5 | 3 | 49 |
| 2,5x28 | 14 | 8 | 13 | 9 | 8 | 4 | 56 |
| 3,0x18 | 15 | 7 | 7 | 4 | 2 | 2 | 37 |
| 3,0x28 | 16 | 6 | 13 | 7 | 6 | 6 | 54 |
| 3,5x18 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | - | 3 |
| Всего с ПД | 64 | - | 41 | - | 21 | - | 127 |
| Всего без ПД | - | 31 | - | 27 | - | 15 | 72 |

ПД — постдилатация баллонным катетером высокого давления

Всем пациентам в плановом порядке выполнялась селективная коронарография. Диагностическое исследование и лечебная процедура проводились в основном бедренным доступом (78,1%), в двух случаях — использовался трансбрахиальный. Абсолютным показанием к радиальному доступу (20,2%) была невозможность проведения процедуры через бедренную артерию (бифуркационное аорто-бедренное шунтирование в анамнезе, выраженная извитость подвздошно-бедренного сегмента или атероматоз). Для осуществления доступа использовались интродьюсеры 6 и 7F. В большинстве случаев использовались гайд-катетеры EBU для выполнения лечебной процедуры на левой коронарной артерии и JR — на правой коронарной артерии.

Во всех случаях перед имплантацией стента выполнялась баллонная ангиопластика катетерами не менее 2,5 мм с номинальным давлением не менее 10 атмосфер с целью качественной дилатации для упрощения доставки биодеградируемого стента к месту имплантации. Стент Absorb имплантировался по стандартной методике, давление на системе доставки не превышало номинального значения (не более 7 атм) в зависимости от диаметра стента. Общее время имплантации занимало в среднем 3–5 минут, так как увеличение на каждую 1–2 атм на системе доставки требует не менее 30 се-

кунд. Для оптимизации полного раскрытия стента выполнялась постдилатация баллонным катетером высокого давления.

По данным проведенной коронарографии выявлено, что почти в половине случаев поражение приходится на ПМЖВ (44,2%). Локализация поражения играет важную роль в последующей имплантации биорезорбируемого каркаса. По этой причине преимущественно выбирались целевые артерии в проксимальном и среднем сегментах диаметром не менее 2,5 мм. Следует отметить, что в одном случае выполнялось стентирование анастомоза маммарокоронарного шунта к ПМЖВ и в трех случаях венозных аортокоронарных шунтов.

По результатам коронарографии, основываясь на классификацию Американского Колледжа Кардиологии и Американской Ассоциации Сердца (АСС/АНА), все стенозы были распределены на группы А, В и С. При этом тип А был выявлен в 47,7% случаях (95), тип В в — 34,2% (68) и тип С в — 18,1% (36 больных) (табл.№ 2). При этом к типу «А» были отнесены локальные концентрические стенозы протяженностью менее 10 мм с ровными контурами, к типу «В» — эксцентрические поражения, а также стенозы, имеющие умеренный кальциноз и неровности контуров, к поражениям типа «С» — стенозы протяженностью более 20 мм и так же имеющие



Диаграмма 1. Рестеноз (в том числе окклюзия) после стентирования в зависимости от типа поражения.



Диаграмма 2. Рестеноз (в том числе окклюзия) после стентирования в зависимости от размера стента.



Диаграмма 3. Рестеноз (в том числе окклюзия) после стентирования в зависимости от выполненной постдилатации (ПД).

Таблица 3. Сравнение частоты рестеноза (абс. (%)) в зависимости от первоначального типа стенотического поражения коронарной артерии

| Показатель | Рестеноз (n=10) | Отсутствие рестеноза (n=189) | p |
|---------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Стеноз тип А, n (%) | 0 (0) | 95 (100) | <0,001* P ₂₋₃ =0,013* |
| Стеноз тип В, n (%) | 3 (4,4) | 65 (95,6) | |
| Стеноз тип С, n (%) | 7 (19,4) | 29 (80,6) | |

*- статистически значимая разница (p<0,05)

изъязвленную поверхность, диффузные поражения или хронические окклюзии коронарного русла. В поражениях типа С выполнение внутрисосудистой визуализации не представлялось возможным, в связи с невозможностью проведения датчиков в необходимый сегмент артерии, и риска возникновения осложнений. Преддилатация (ПрД) была выполнена во всех случаях (100%). Постдилатация (ПД) баллонным катетером высокого давления выполнялась в 127 случаях (63,8%). Overlapping между двумя протезами был выполнен в 14 случаях (7%) (см.табл.№ 2).

Режим двойной дезагрегантной и антикоагулянтной терапии был стандартным: пациенты получали нагрузочную дозу клопидогрела 300 мг и продолжали его прием в течение года.

Результаты

Непосредственный успех имплантации стентов составил 97,5% (194 стента) у 112 (98,2%) пациентов.

Осложнения непосредственно после стентирования отмечались в 2 случаях (1,8%). В обоих случаях это был тромбоз стента.

По принятому в нашем Центре протоколу, всем больным, независимо от наличия симптомов стенокардии, предлагалось провести контрольное обследование через 6 месяцев после ЧКВ. В сроки в среднем $6,42 \pm 2,2$ месяцев (от 4-х до 9-ти месяцев) с момента имплантации, у 102 пациента (89,5%), с установленными 172 стентами (86,4%) была выполнена контрольная КАГ.

Среди общего числа включенных в исследование больных, 12 (все в удовлетворительном клиническом статусе) отказалось от повторной КАГ. Ангиографический удовлетворительный результат стентирования составил 94,3% (162 стентов), гемодинамически значимый ин-стент стеноз выявлен в 4% (7 стентов) и окклюзия в 1,7% случаев (3 стента). Следует отметить, что в стентах, имплантированных в стенозы типа «А» рестенозы отсутствовали. В стентах, установленных в стенозы типа «В» рестеноз отмечен лишь в 1,7% (3 случаях).

В тоже время в стентах, установленных в стенозы высокой сложности поражения (типа «С») неудовлетворительный результата наблюдался чаще (4,0%), при этом рестеноз отмечался в (2,3%) (4 стентах), а в трех стентах наблюдалась окклюзия. Во всех случаях рестенозов была выполнена успешная ТЛАП с последующей имплантация стентов с лекарственным покрытием, с хорошим эффектом. В случаях наличия окклюзии (3 стента) попытки механической реканализации были безуспешны. При этом, в одном случае было выполнено шунтирование окклюзированной правой коронарной артерии венозным кондуитом.

Из 107 стентов, имплантированных с постдилатацией неблагоприятный исход в виде рестеноза отмечен в 2 (1,9%) случае. В то же время, в случаях когда данная процедура не выполнялась, из 65 контрольно обследованных стентов в 8 случаях (12,3%) отмечался неудовлетворительный результат: рестеноз в 5 случаях — 7,7% и в 3 случаях (4,6%). (См. диаграмма 1,2,3)

В результате анализа получены данные о статистически значимой закономерности между наличием рестеноза (in-stent стеноза) и типом стеноза коронарной артерии (p<0,001). При анализе типа стеноза коронарных артерий в отдельных подгруппах, было установлено, что при стенозе типа С значимо увеличивается вероятность рестеноза (in-stent стеноза) в средне-отдаленном периоде, по сравнению со стенозом типа В (P₂₋₃=0,013), как и представлено в таблице 2.

Статистическая обработка результатов

При статистической обработке результатов использовали программу IBM SPSS Statistics 26.0 (США). Сравнительный анализ независимых категориальных переменных использовался с применением χ^2 Пирсона, либо точного теста Фишера также с использованием post-hoc анализа. Номинальный показатель представлялся абсолютным числом наблюдений, приведена процентная доля признака в подгруппах. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости принимали p<0,05.

Обсуждение

Методика и техника имплантации во многом определяет результат ЧКВ при применении всех типов стентов, а в случаях применения биодеградируемых каркасов он принимает еще большую значимость. В случаях применения БДС, для получения удовлетворительного непосредственного и средне-отдаленного результата, необходимо также правильно выбрать подходящий тип стеноза. Следует отметить, что важную роль играют и качественная подготовка сосуда (преддилатация) и завершающий этап — постдилатация баллонными катетерами высокого давления. Преддилатация необходима для доставки и позиционирования стента без усилий, что предотвращает повреждение хрупкого скаффолда. Постдилатация является важным моментом для осуществления полного прилегания баллок стента к интима сосудистой стенки. При этом не следует проводить баллонную дилатацию любых ячеек раскрытого каркаса, так как она может привести к их повреждению [13].

Следует отметить, что не рекомендуется имплантировать скаффолды при наличии пораженного участка с чрезмерной извитостью сосуда проксимальнее к пораженному участку или внутри него, а также в участки с выраженным кальцинозом. В связи с тем, что диаметр скаффолдов ограничен (минимально 2,5 мм и максимально 3,5 мм), имплантация биорезорбируемых стентов

при поражении артерий малого калибра, ствола ЛКА, устьевых и бифуркационных поражениях крайне затруднительна и опасна, что впоследствии может привести к грозным осложнениям и повлиять на результат.

Выводы

Непосредственный и средне-отдаленный успех имплантации БДС достаточно высок (98,2% и 94,3% соответственно), однако, существует вероятность тромбоза и рестеноза. В профилактике этих осложнений ключевое значение имеет скрупулезная техника исполнения; тщательный выбор сегмента для имплантации, а также максимальное понимание и правильная оценка морфоструктуры самой бляшки (с помощью ОКТ). При этом средне-отдаленные результаты показали, что диаметр и длина внутрисосудистого каркаса сами по себе не влияют на развитие неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. В тоже время, выполнение постдилатации баллонном высоко-го давления непосредственно после имплантации стента способствует снижению частоты рестенозов, значительно улучшает результат и должна считаться обязательным этапом процедуры. Установка внутрисосудистого каркаса Absorb в стенозы типа С (по классификации АСС/АНА) достоверно повышает риск развития неблагоприятных исходов и надо полагать, что в таких случаях целесообразно отказаться от их применения в пользу современных стентов с лекарственным покрытием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gruentzig A. Transluminal dilatation of coronary-artery stenosis (letter to the editor). *Lancet*. 1978; 1:263. doi: 10.1016/s0140-6736(78)90500-7.
2. Д.А. Асадов, О.Е. Сухоруков, И.Э. Кузнецова и др. Чрескожные коронарные вмешательства с использованием лекарственных стентов: прошлое, настоящее и будущее (обзор данных литературы). *Международный Журнал интервенционной кардиологии*. 2013; 32:45–50.
3. D.A. Asadov, O.E. Sukhorukov, I.E. Kuznetsova, etc. Percutaneous coronary interventions using medicinal stents: past, present and future (review of literature data). *International Journal of Interventional Cardioangiography*. 2013; 32:45–50. (In Russ.).
4. Keh YS, Yap J, Yeo KK, et al. Clinical Outcomes of Bioresorbable Scaffold in Coronary Artery Disease: A Systematic Literature Review. *J Interv Cardiol*. 2016; 29(1):57–69. doi: 10.1111/joic.12260.
5. Omar WA, Kumbhani DJ. The Current Literature on Bioresorbable Stents: a Review. *Curr Atheroscler Rep*. 2019; 25; 21(12):54. doi: 10.1007/s11883-019-0816-4.
6. Giuseppe Giacchi Luis Ortega-Paz, Salvatore Brugaletta, et al. Bioresorbable vascular scaffolds technology: current use and future developments. *Med Devices (Auckl)*. 2016; 9: 185–198
7. Иоселиани Д.Г., Асадов Д.А., Бабунашвили А.М. Коронарное стентирование и стенты. ГЭОТАР-Медиа. Москва, 2021.
8. Ioseliani D.G., Asadov D.A., Babunashvili A.M. Coronary stenting and stents. GEOTAR-Media. Moscow, 2021. (In Russ.).
9. Verdoia M, Kedhi E, Suryapranata H, et al. Poly (l-lactic acid) bioresorbable scaffolds versus metallic drug-eluting stents for the treatment of coronary artery disease: A meta-analysis of 11 randomized trials. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020; 1;96(4):813–824. doi: 10.1002/ccd.28594.
10. Smits PC, Chang CC, Chevalier B, et al. Bioresorbable vascular scaffold versus metallic drug-eluting stent in patients at high risk of restenosis: the COMPARE-ABSORB randomised clinical trial. *EuroIntervention*. 2020; 23;16(8):645–653. doi: 10.4244/EIJ-D-19-01079.
11. Kraak RP, Tijssen RYG, van Dongen IM, et al. Outcomes of bioresorbable vascular scaffolds versus everolimus-eluting stents by coronary complexity: a sub-analysis of the AIDA trial. *EuroIntervention*. 2020; 4;16(11):e904-e912. doi: 10.4244/EIJ-D-18-00884.
12. Kumar A, Gogas BD, Thompson EW, et al. Bioresorbable vascular scaffolds versus everolimus-eluting stents: a biomechanical analysis of the ABSORB III Imaging substudy. *EuroIntervention*. 2020; 18; 16(12):e989-e996. doi: 10.4244/EIJ-D-19-01128.
13. Danzi GB, Bernelli C, Cerrato E. Outcomes of Optimised Implantation Technique with Bioresorbable scaffolds: A Pooled Analysis of ABSORB-IV and COMPARE-ABSORB Trials. *Cardiovasc Revasc Med*. 2020; 21(4):559–561. doi: 10.1016/j.carrev.2019.07.018.

14. Boeder NF, Weissner M, Blachutzik F, et al. Incidental Finding of Strut Malapposition Is a Predictor of Late and Very Late Thrombosis in Coronary Bioresorbable Scaffolds. *J Clin Med.* 2019; 27;8 (5):580. doi: 10.3390/jcm8050580.
15. Luis Ortega-Paz, Salvatore Brugaletta, Manel Sabaté. Impact of PSP Technique on Clinical Outcomes Following Bioresorbable Scaffolds Implantation. *J. Clin. Med.* 2018; 7 (2), 27. doi: 10.3390/jcm7020027.

© Фоменко Виктория Владимировна (fomenko-victoria90@mail.ru),
Иоселиани Давид Георгиевич, Асадов Джамиль Арифович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый МГМУ им. И.М. Сеченова

БАРИАТРИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ В КОРРЕКЦИИ ЦИРРОЗА ПЕЧЕНИ**BARIATRIC SURGERY IN CORRECTION OF LIVER CIRRHOSIS**

**A. Shapilov
S. Onischenko
V. Darvin
V. Tutolmin**

Summary. Aims — to consider the data on the interaction of liver cirrhosis and bariatric surgical interventions existing in the world medical literature, to identify patterns and prerequisites for the effect, to form a theory for optimizing the algorithm for examining and treating patients with a similar pathology. Material and Methods: A topic search was conducted on the platforms Springer, Pubmed, IFSO, Google Scholar. Results: based on the review, it was found that compensated liver cirrhosis does not have a negative perioperative effect, along with this, bariatric surgery has a positive effect on the state of the liver parenchyma in patients with liver cirrhosis. More large-scale clinical trials are needed to develop an optimal plan for the examination and treatment of this group of patients.

Keywords: liver cirrhosis, non-alcoholic fatty liver disease, bariatric surgery, obesity.

Шапилов Александр Алексеевич

Аспирант, БУ ВО «Сургутский Государственный
Университет»
shopil348@gmail.com

Онищенко Сергей Вальдемарович

Д.м.н., БУ «Сургутский Государственный
Университет»

Дарвин Владимир Васильевич

Д.м.н., БУ «Сургутский Государственный
Университет»

Тутолмин Владимир Робертович

Врач-хирург БУ «Сургутская Окружная Клиническая
Больница»

Аннотация. Цель — рассмотреть существующие в мировой медицинской литературе данные по взаимовлиянию цирроза печени и бариатрических оперативных вмешательств, выявить закономерности и предпосылки оказываемого влияния, сформировать теорию по оптимизации алгоритма обследования и лечения пациентов с подобной патологией. Материал и методы: на платформах Springer, Pubmed, IFSO, Google Scholar был проведен поиск по теме. Результаты: на основе проведенного обзора установлено, что компенсированный цирроз печени не оказывает негативного периоперационного влияния, наряду с этим, проведение бариатрических оперативных вмешательств оказывает положительное влияние на состояние паренхимы печени у пациентов с циррозом печени. Необходимо проведение более масштабных клинических испытаний для выработки оптимального плана обследования и лечения данной группы пациентов.

Ключевые слова: цирроз печени, неалкогольная жировая болезнь печени, бариатрическая хирургия, ожирение.

Введение

На сегодняшний день существует распространенная проблема ожирения у лиц всех возрастов повсеместно, особенно распространена эта проблема в крупных городах в связи с образом жизни (урбанизация, снижение физической активности, депрессия) и особенностями питания (фаст-фуд, преобладание животных жиров, газированные напитки, простые сахара). По данным ВОЗ в 2016 году более 1,9 миллиарда взрослых (возрастом от 18 лет и старше) имели избыточный вес. Из них более 650 миллионов страдали ожирением. В настоящее время все больше ученых в своих исследованиях заявляют о факте устойчивейшей эпидемии ожирения. с 2011 по 2015 г. заболеваемость ожирением среди взрослого населения в РФ возросла в 2,3 раза, а частота впервые поставленного диагноза с 2010 по 2016 г.— на 98,1%. Вместе с ростом распространения ожирения ожидаемо возрастает рас-

пространенность и иных заболеваний, для которых данный недуг является предрасполагающим и отягчающим фактором. [1–3]. В частности, у больных ожирением распространенность различных клинических форм неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП) значительно выше, чем в общей популяции, и составляет, по данным исследований, 75–93%, причем неалкогольный стеатогепатит (НАСГ) диагностируется у 18,5–26%, цирроз печени у 9–10% больных. При морбидном ожирении частота встречаемости НАЖБП возрастает до 95–100%. [4] В США за 20 лет (с 1997 по 2017гг) заболеваемость НАЖБП увеличилась в 5 раз. [5]. В Российской Федерации НАЖБП — самая распространенная патология (71,6%) из существующих диффузных заболеваний печени [6]. Помимо прочего, в результате старения населения и улучшения контроля других основных причин хронических заболеваний печени, таких как гепатиты С и В, ожидается, что в ближайшие годы бремя НАЖБП возрастет ещё больше (В РФ отмечается сниже-

ние заболеваемости хроническими вирусными гепатитами с 2009г [7]).

Цирроз печени (ЦП) занимает значительное место в структуре заболеваний органов пищеварения, оставаясь крайне актуальной социально-экономической и клинко-эпидемиологической проблемой здравоохранения в России и во многих стран мира. По данным ВОЗ на долю смертности от ЦП приходится до 1,8% случаев в европейских странах, что составляет 170 000 человек в год. [8,9]

Установлено, что бариатрическое хирургическое вмешательство способствует купированию воспалительных процессов в печени и обратному развитию начальных проявлений фиброза, гипертрофии и рубцовых изменений в ткани печени вследствие уменьшения жировых депозитов. [10] Не существует четких рекомендаций по применению бариатрической хирургии у пациентов с ЦП, однако, на сегодняшний день установлено, что бариатрическая хирургия помимо снижения избыточной массы тела приводит к реализации ряда сопутствующих эффектов — к ремиссии СД2 в 76,8%, гиперлипидемии — в 70% и артериальной гипертензии — в 61,7% [11]. В настоящем исследовании мы уделим особое внимание вопросу бариатрической хирургии в коррекции цирроза печени у пациентов с ожирением, рассмотрению возможности проведения бариатрических оперативных вмешательств пациентам с премоурбидным ожирением при наличии цирроза печени.

Материал и методы

На платформах Springer, Pubmed, IFSO, Google Scholar проведен поиск по теме влияния бариатрической хирургии на НАЖБП и ЦП. В поиск были включены статьи, написанные на английском и русском языках, не ранее 2013 г. Кроме этого, производился обзор рекомендуемых статей на указанных выше платформах, анализ современных клинических рекомендаций.

Результаты и их обсуждение

В 1998г в США [12] было проведено анкетирование практикующих бариатрических хирургов по поводу интраоперационной находки в виде ЦП. 40% респондентов предпочли бы ограничиться биопсией печени и отказом от дальнейших манипуляций. Однако на сегодняшний день в мировой медицинской литературе встречаются довольно оптимистичные исследования на данную тему и количество сторонников активной тактики, невзирая на выявленный ЦП за прошедшие годы возросло. Некоторые из таких исследований представлены ниже. Уже в той же статье приведены данные

о 91 плановой бариатрической операции выполненной на фоне выявленного ЦП — периоперационная смертность составила 4%, и было зарегистрировано 7 поздних смертей, 6 из-за осложнений заболевания печени. Одиннадцать других пациентов описаны как живые с прогрессирующей печеночной дисфункцией. Остальные 50 пациентов «живы и здоровы».

Распространенность НАЖБП у пациентов с ожирением наглядно показана в опубликованном в 2017г исследовании группы ученых из Германии [13] в ходе которого, 302 пациентам во время бариатрических операций взята биопсия печени на основании макроскопически аномального состояния печени. 82,3% пациентов имели различные гистологические формы НАЖБП, ЦП впервые диагностирован у 12 пациентов. Смертность составила 0,3%, несостоятельность швов — 1%, а послеоперационное кровотечение произошло в 3,3% случаев. Легочные осложнения наблюдались в 1,7% случаев, а сердечно-сосудистые — в 1,3%. У одного пациента развился тромбоз воротной вены, а у одного — острый панкреатит; оба лечились консервативно. Ни у одного пациента не было послеоперационной печеночной недостаточности (послеоперационное исследование не менее 12 месяцев). Достоверных изменений в течении послеоперационного периода при различных гистологических изменениях в паренхиме печени не выявлено.

Группой ученых испанского общества эндокринологии и питания (GOSEEN) [14] в 2019 году представлено многоцентровое ретроспективное исследование по результатам лечения 41 пациента с ожирением и гистологически подтвержденным ЦП (40 пациентов имели тяжесть Child-Pugh A и 1 пациент Child-Pugh B), перенесших продольную резекцию желудка в период с 2004 по 2017гг с пятилетним послеоперационным наблюдением. Индекс модели терминальной стадии заболевания печени (MELD) увеличился с $7,2 \pm 1,9$ до $9,8 \pm 4,6$ через 5 лет. У семи пациентов (17%) развились ранние послеоперационные осложнения. Послеоперационной летальности не наблюдалось. За время наблюдения только у пяти пациентов развилась декомпенсация печени. Стоит отметить, что у 7 пациентов имелся асцит как проявление ЦП — результаты лечения этих пациентов существенно не отличались от остальных.

Учеными Института Бариатрии и Метаболизма Кливленда показано отсутствие чрезмерной частоты осложнений у тщательно отобранных пациентов с [15]: 23 пациента с ожирением и циррозом печени. Классы Чайлд-Пью были А (n = 22) и В (n = 1). Выполненные процедуры включали лапароскопическое желудочное шунтирование по Ру (n = 14), лапароскопическую ПРЖ (n = 8) и лапароскопическое регулируемое бандажиро-



Фото 1

вание желудка ($n = 1$). Двум пациентам успешно выполнена лапароскопическая ПРЖ после трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного шунтирования. Декомпенсации ЦП после операции не было ни у одного больного. Пациенты потеряли $67,4\% \pm 30,9\%$ избыточной массы тела через 12 мес наблюдения и $67,7\% \pm 24,8\%$ через 37 мес наблюдения.

Фонд медицинского образования и исследований Майо (США, Рочестер) [16] в 2015г опубликовал свой обзор 14 пациентов с ЦП (у 4 пациентов констатировано наличие портальной гипертензии по результатам эндоскопии) перенесших бариатрические оперативные вмешательства (11 продольных резекций и 3 шунтирующих операции) — Стеатоз печени был обнаружен при периоперационной биопсии печени у 13 из 14 пациентов (стеатоз 5–30% у 6 пациентов, 31–60% у 6 и > 60% у 1). Через 1 год после операции только у 1 из 8 пациентов, прошедших последующее ультразвуковое исследование, были обнаружены признаки стеатоза. Уровень билирубина был выше 2 мг / дл у 1 пациента через 1 год после операции. У одного пациента была энцефалопатия через 2 года после операции. Ни у одного из пациентов не развилось пери- или ранних послеоперационных осложнений.

В 2018 г. Зубайда Нор Ханипа и др. [17] представили свой опыт проведения бариатрических оперативных

вмешательств у пациентов с ЦП: в исследование были включены тринадцать пациентов, прооперированных в период с 2007 по 2017 гг. Бариатрические процедуры включали ПРЖ ($n = 10$) и желудочное шунтирование по методу Ру ($n = 3$). Средняя продолжительность пребывания в стационаре составила 3 дня. За 30 дней произошло три осложнения, включая раневую инфекцию ($n = 1$), внутрибрюшную гематому ($n = 1$) и подкожную гематому ($n = 1$). Никаких интраоперационных или 30-дневных смертей. За 1 год наблюдения было 11 пациентов (85%), а за 2 года наблюдения — 9 пациентов (69%). Через 2 года средний процент потери избыточного веса (EWL) и общая потеря веса (TWL) составили 49 и 25% соответственно. Через 2 года после операции наблюдалось значительное улучшение в отношении диабета (100%), дислипидемии (100%) и гипертензии (50%).

Кроме того, на сегодняшний день проведены исследования, демонстрирующие положительное влияние бариатрической хирургии как превентивного лечения для пациентов с трансплантацией печени, т.к. морбидное ожирение является относительным противопоказанием для трансплантации.

Гарсия-Сесма и др. [18] изучали роль sleeve-резекции у 8 пациентов с компенсированным циррозом без значительной портальной гипертензии и наблюдали благоприятные результаты. У пациентов не было послеоперацион-

ной заболеваемости или смертности, а средний процент потери избыточного веса составил 42,9%, 62,2% и 76,3% через 3, 6 и 12 месяцев соответственно. 2 из 8 пациентов уже успешно перенесли трансплантацию печени.

В 2019 г в журнале AASLD (American Association for the Study of Liver Diseases) опубликовано когортное исследование [19] кандидатов на трансплантацию печени с патологическим ожирением, которые не смогли добиться адекватной потери веса с помощью программы снижения веса под медицинским наблюдением и впоследствии перенесли продольную резекцию желудка (ПРЖ). В общей сложности прооперировано 32 пациента со средним показателем (MELD) 12. У всех пациентов в анамнезе была печеночная декомпенсация. Средний ИМТ до операции составлял 45,0 кг / м² (42,1–49,0 кг / м²). Не было ни периоперационных смертей, ни заболеваний, связанных с печенью. Медиана потери веса через 6 и 12 месяцев после ПРЖ составила 22,0 кг и 31,0 кг соответственно, что соответствует проценту потери избыточной массы тела 33,4% и 52,4%. В течение 6 месяцев после ПРЖ 28 (88%) кандидатов были признаны пригодными для трансплантации.

В настоящее время на базе Сургутской Окружной Клинической Больницы проводится работа по исследованию влияния бариатрических оперативных вмешательств на течение НАЖБП у пациентов с ожирением. В августе 2022 года у двух пациентов в ходе операции выявлено макроскопическое изменение структуры печени. В обоих случаях принято решение о смене плана операции — вместо запланированного мини-гастрошунтирования выполнена ПРЖ. В одном случае (фото 1) гистологически подтвержден цирроз печени, пациент передан на диспансерный учет гастроэнтеролога. Оба пациента выписаны из стационара на третий день после операции. Каких-либо особенностей в течении послеоперационного периода на сегодняшний день не выявлено, темпы потери избыточной массы тела соответствуют среднестатистическим.

Заключение

Учитывая представленные выше данные, можно предположить, что проведение бариатрических оперативных вмешательств у пациентов с компенсированным циррозом печени безопасно и эффективно (как в плане снижения массы тела, так и улучшения состояния паренхимы печени) при условии тщательного предоперационного обследования и подготовки.

Впервые выявленный на операции ЦП является крайне нежелательным, так как ведет к изменению объема вмешательства или полному отказу от его продолжения. Вопрос выбора оптимального метода бариатрической операции у пациентов с ЦП критически недостаточно изучен — проведение продольной резекции на первый взгляд является более предпочтительным, так как не вызывает значимой мальабсорбции и, как следствие, декомпенсации печеночной недостаточности. Однако, констатированы случаи успешно проведенных шунтирующих операций у тщательно отобранных пациентов [15,16,17].

Необходимо проведение более масштабных рандомизированных клинических испытаний для оптимизации алгоритма предоперационного обследования и лечения (ограниченность использования УЗ-метода у пациентов с ожирением наводит на мысль о включении в план обследования высокоточных методов инструментальной диагностики — МРТ или КТ), все пациенты перед операцией должны быть информированы о возможном изменении объема операции. На современном этапе установлено, что положительное влияние на жировую фракцию печени, помимо снижения массы тела, может оказывать послеоперационное изменение микрофлоры тонкой кишки [20] и частичная редукция инкреторной функции конкретных отделов тонкой кишки — детальное изучение данных аспектов, очевидно, должно вылиться в создание оптимального объема оперативного вмешательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинические рекомендации «Ожирение». РУКОВОДИТЕЛИ: Дедов И.И., профессор, академик РАН, Москва Мокрышева Н.Г., профессор, член-корреспондент РАН, Москва Мельниченко Г.А., профессор, академик РАН, Москва Трошина Е.А., профессор, член-корреспондент РАН, Москва АВТОРЫ ТЕКСТА: Мазурина Н.В., к. м. н., Москва Ершова Е.В., к. м. н., Москва Комшилова К.А., к. м. н., Москва. 2020 г.
2. Вербовой Андрей Феликсович, Шаронова Людмила Александровна Ожирение: эпидемиологические и социально-экономические аспекты, профилактика // Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение. 2019. № 3 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ozhirenie-epidemiologicheskie-i-sotsialno-ekonomicheskie-aspekty-profilaktika>
3. Аметов Александр Сергеевич, Пашкова Евгения Юрьевна, Рамазанова Заира Джамудудиновна, and Дарсигова Мадина Нуретдиновна. «Ожирение как неинфекционная эпидемия XXI века. Современные представления о патогенезе, рисках и подходах к фармакотерапии» Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение, no. 2 (27), 2019, pp. 57–66. doi:10.24411/2304–9529–2019–12007
4. Маевская М.В., Котовская Ю.В., Ивашкин В.Т., Ткачева О.Н., Трошина Е.А., Шестакова М.В., Бредер В.В., Гейвандова Н.И., Дощичин В.Л., Дудинская Е.Н., Ершова Е.В., Кодзоева Х.Б., Комшилова К.А., Корочанская Н.В., Майоров А.Ю., Мишина Е.Е., Надинская М.Ю., Никитин И.Г., Погосова Н.В., Тар-

- зиманова А.И., Шамхалова М.Ш. Национальный Консенсус для врачей по ведению взрослых пациентов с неалкогольной жировой болезнью печени и ее основными коморбидными состояниями // Терапевтический архив. — 2022. — Т. 94. — № 2. — С. 216–253. doi: 10.26442/00403660.2022.02.201363
5. Allen AM, Therneau TM, Larson JJ, Coward A, Somers VK, Kamath PS. Nonalcoholic fatty liver disease incidence and impact on metabolic burden and death: A 20 year-community study. *Hepatology*. 2018 May;67 (5):1726–1736. doi: 10.1002/hep.29546. Epub 2018 Mar 23. PMID: 28941364; PMCID: PMC5866219.
 6. Клинические рекомендации по диагностике и лечению неалкогольной жировой болезни печени Российского общества по изучению печени и Российской гастроэнтерологической ассоциации В.Т. Ивашкин, М.В. Маевская, Ч.С. Павлов, И.Н. Тихонов, Е.Н. Широкова, А.О. Буеверов, О.М. Драпкина, Ю.О. Шульпекова, В.В. Цуканов, С.Н. Маммаев, И.В. Маев, Л.К. Пальгова. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. — 2016. — № 2 — стр.24–41.
 7. Вирусные гепатиты в Российской Федерации. Аналитический обзор. 11 выпуск / Под ред. В.И. Покровского, А.А. Тотоляна. — СПб.: ФБУН НИИЭМ имени Пастера, 2018. — 112 с.
 8. Ивашкин В.Т., Маевская М.В., Жаркова М.С., Киценко Е.А., Манукьян Г.В., Тихонов И.Н. Клинические рекомендации Российского общества по изучению печени и Российской гастроэнтерологической ассоциации «Фиброз и цирроз печени». *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2021 г.
 9. Хайруллин Р.М., Насыбуллина Л.И., Исхакова Э.Ф. Актуальные проблемы заболеваемости и смертности циррозом печени в Удмуртской Республике // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. — 2017. — № 04 (апрель). — АРТ 59-эл. — 0,2 п.л. — URL: <http://akademnova.ru/page/875550>
 10. Digestive Disease Week. “Weight-loss surgery can reduce liver damage: Study shows reversal of early-stage liver fibrosis after bariatric surgery.” *ScienceDaily*. ScienceDaily, 4 May 2014. <www.sciencedaily.com/releases/2014/05/140504133157.htm>.
 11. Корнюшин О.В., Торопова Я.Г., Неймарк А.Е., Глистенкова Д.Д., Берко О.М., Карелли Л.Г., Полозов А.С., Галагудза М.М. Механизмы влияния бариатрических операций на течение неалкогольной жировой болезни печени // ЭиКГ. 2017. № 10 (146). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-vliyaniya-bariatricheskikh-operatsiy-na-techenie-nealkogolnoy-zhirovoy-bolezni-pecheni>
 12. Brolin RE, Bradley LJ, Taliwal RV. Unsuspected cirrhosis discovered during elective obesity operations. *Arch Surg*. 1998 Jan;133 (1):84–8. doi: 10.1001/archsurg.133.1.84. PMID: 9438765.
 13. Wolter S, Duprée A, Coelius C, El Gammal A, Kluwe J, Sauer N, Mann O. Influence of Liver Disease on Perioperative Outcome After Bariatric Surgery in a Northern German Cohort. *Obes Surg*. 2017 Jan;27 (1):90–95. doi: 10.1007/s11695–016–2253–6. PMID: 27272667.
 14. Miñambres I, Rubio MA, de Hollanda A, Breton I, Vilarrasa N, Pellitero S, Bueno M, Lecube A, Marcuello C, Goday A, Ballesteros MD, Soriano G, Caixàs A. Outcomes of Bariatric Surgery in Patients with Cirrhosis. *Obes Surg*. 2019 Feb;29 (2):585–592. doi: 10.1007/s11695–018–3562–8. PMID: 30397876.
 15. Shimizu H, Phuong V, Maia M, Kroh M, Chand B, Schauer PR, Brethauer SA. Bariatric surgery in patients with liver cirrhosis. *Surg Obes Relat Dis*. 2013 Jan-Feb;9 (1):1–6. doi: 10.1016/j.soard.2012.07.021. Epub 2012 Sep 11. PMID: 23201210.
 16. Pestana L, Swain J, Dierkhising R, Kendrick ML, Kamath PS, Watt KD. Bariatric surgery in patients with cirrhosis with and without portal hypertension: a single-center experience. *Mayo Clin Proc*. 2015 Feb;90 (2):209–15. doi: 10.1016/j.mayocp.2014.11.012. Erratum in: *Mayo Clin Proc*. 2015 Apr;90 (4):558–9. PMID: 25659239.
 17. Hanipah ZN, Punchai S, McCullough A, Dasarathy S, Brethauer SA, Aminian A, Schauer PR. Bariatric Surgery in Patients with Cirrhosis and Portal Hypertension. *Obes Surg*. 2018 Nov;28 (11):3431–3438. doi: 10.1007/s11695–018–3372–z. PMID: 30109667.
 18. García-Sesma A, Calvo J, Manrique A, Cambra F, Justo I, Caso O, Marcacuzco A, Loinaz C, Jiménez C. Morbidly Obese Patients Awaiting Liver Transplantation-Sleeve Gastrectomy: Safety and Efficacy From a Liver Transplant Unit Experience. *Transplant Proc*. 2019 Jan-Feb;51 (1):33–37. doi: 10.1016/j.transproceed.2018.01.060. Epub 2018 Jun 28. PMID: 30598229.
 19. Sharpton SR, Terrault NA, Posselt AM. Outcomes of Sleeve Gastrectomy in Obese Liver Transplant Candidates. *Liver Transpl*. 2019 Apr;25 (4):538–544. doi: 10.1002/lt.25406. Epub 2019 Mar 12. PMID: 30588743; PMCID: PMC6535047.
 20. Talavera-Urquijo E, Beisani M, Balibrea JM, Alverdy JC. Is bariatric surgery resolving NAFLD via microbiota-mediated bile acid ratio reversal? A comprehensive review. *Surg Obes Relat Dis*. 2020 Sep;16 (9):1361–1369. doi: 10.1016/j.soard.2020.03.013. Epub 2020 Mar 20. PMID: 32336663.

© Шапилов Александр Алексеевич (shopil348@gmail.com), Онищенко Сергей Вальдемарович,

Дарвин Владимир Васильевич, Тутолмин Владимир Робертович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Alieva S. — FSBEI HE DSMU of the Ministry of Health of Russia
alieva0318@mail.ru

Alimagomedova Sh. — FSBEI HE DSMU of the Ministry of Health of Russia
shakhruzat_1@mail.ru

Alkhatib M. — Postgraduate student, Bauman Moscow State Technical University
majdi.alkhatib@yahoo.com

Andreev I. — Institute "Medical Academy named after S.I. Georgievsky" V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol
ilaha_gasanova@mail.ru

Anikin S. — Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Moscow)
Neytrinos@mail.ru

Asadov D. — Cand. Sci. (Med.), associate professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Asalieva A. — FSBEI HE "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation
asalieva_lech_@mail.ru

Atalalieva P. — FSBEI HE DSMU Ministry of Health of Russia
patya_dgmu_mo@mail.ru

Avedova D. — Postgraduate student, FSBEI of HE "Saratov State Medical University" named after V.I. Razumovsky
sto-kafedra@yandex.ru

Belov A. — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Institute of Life Sciences and Biomedicine (School), Far Eastern Federal University (FEFU), Russian Federation, Vladivostok
belov_an13@mail.ru

Berseneva S. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Director of the Center for Inclusive Education of the Rector's Office, Saint-Petersburg University, Saint-Petersburg
svshatal@mail.ru

Bobkov A. — Postgraduate student, Bauman Moscow State Technical University
alexander.bobkov@bmstu.ru

Bogaevskaya O. — Candidate of Medical Sciences, docent, Peoples Friendship University of Russia
7959369@gmail.com

Bogaevskaya T. — Applicant, Peoples Friendship University of Russia

Cherebillo V. — Neurosurgeon, Doctor of Medicine, Professor, Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University
cherebillo@mail.ru

Chubetsova R. — Postgraduate, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
chubetsova91@mail.ru

Chudinova M. — Master's degree student of institute SPINTech, National Research University of Electronic Technology
chuudoma@gmail.com

Dalgatova A. — Ph.D., Professor of RAE, FSBEI HE "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation
asera.dalgatova@mail.ru

Darchia L. — PhD, of National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of N.N. Priorov

Darvin V. — Doctor of Medicine, Professor of the Department of Surgical Diseases, State-financed Organization "Surgut State University"

Demidov L. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation
LDemidov@fa.ru

Derimedved K. — Postgraduate student of Autonomous non-profit organization of higher education Russian New University, Moscow
mmm99@mail.ru

Dolakov I. — Candidate of Medical Sciences, Ingush State University
i_dolakov@mail.ru

Dragoon V. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, I.I. Mechnikov NWSMU, Chief Neurosurgeon of the Leningrad region, Deputy Chief Physician for Surgery of the Leningrad Regional Clinical Hospital
dragun_vm@mail.ru

Fomenko V. — Intervention cardiologist, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)
fomenko-victoria90@mail.ru

Gazieva M. — FSBEI HE DSMU Ministry of Health of Russia
milana_dgmu@mail.ru

Gerashchenko S. — Doctor of Technical Sciences, FSBEI of HE "Penza State University"
sgerash@mail.ru

Gezgieva R. — Candidate of Medical Sciences, Ingush State University
rgezgieva@mail.ru

Gorelova V. — Candidate of Medical Sciences, FSBEI HE DSMU Ministry of Health of Russia
vika.gorelova.76@mail.ru

Grach E. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "MIREA-Russian Technological University"
vader701@mail.ru

Gromov A. — Kursk State Medical University
gromov.alexandr2011@yandex.ru

Gudushauri Ya. — DSc, traumatologist-orthopedist, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of N.N. Priorov

Ilunina O. — Candidate of Medical Sciences, FSBEI of HE "Penza State University"
sto-kafedra@yandex.ru

Ioseliani D. — Academic RAN, D. Sci. (Med.), professor I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Isabekova O. — Cand. sci. (economics), associate professor, RTU MIREA (Moscow)
avokebasi1@yandex.ru

Ivanchikhina O. — Autonomous Non-Commercial Organization of Higher Education "Baltic Polytechnic Institute"
6015010@gmail.com

Ivanov A. — Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Moscow)
skivanovy@gmail.com

Jamalova M. — FSBEI HE "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation
djamalova_1@mail.ru

Kalitsova M. — Assistant professor, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
madina777@yandex.ru

Kapranov S. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University
serg.kapranov@gmail.com

Karapetyan G. — PhD, traumatologist-orthopedist, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of N.N. Priorov

Karpin V. — Doctor of Science (Medicine), Surgut state University, Surgut
kafter57@mail.ru

Kaziev T. — Postgraduate, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
tmrkzv@mail.ru

Kesyan G. — DSc, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of N.N. Priorov

Khasbulatova N. — FSBEI HE "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation
niara_pharma_@mail.ru

Khlybova S. — Doctor of Medical Sciences, FGBOU VO Kirov State Medical University of the Ministry of Health of Russia

Kildeev R. — Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
kildeev.ri@edu.spbstu.ru

Kiryakov I. — Postgraduate, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Kokaya A. — Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of Aviastankoservice LLC (Moscow)
kann1812@yandex.ru

Kokaya G. — Junior Researcher of Aviastankoservice LLC (Moscow); Almazov National Research Medical Center of the Ministry of Health of Russia (St. Petersburg)
Kkgeo@yandex.ru

Kolikova T. — Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
tvk@ics2.ecd.spbstu.ru

Kolyada A. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Institute of Land Management and Agricultural Technologies, Primorsk State Agricultural Academy, Ussuriysk
a.s.pinus@mail.ru

Konovalov A. — Candidate of agriculture science, Associate Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow
zoolog82@mail.ru

Kostyrko A. — Master's student, Institute of Forestry and Forest Park Management, Primorsky State Agricultural Academy (PSAA), Ussuriisk
anna_vasilenko00@list.ru

Kosyreva T. — Doctor of Medical Sciences, professor, Peoples Friendship University of Russia

Krutikov E. — Doctor of Medical Sciences, Professor, "Medical Academy named after S.I. Georgievsky"; V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol
nephrostar@yandex.ru

Kubrina L. — Omsk State Pedagogical University
kubrina-lyudmila@mail.ru

Latin Yu. — General Director of Bell Integrator (Bell Integrator Company); Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
yury.latin@gmail.com

Leontieva T. — Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
leontyeva@ics2.ecd.spbstu.ru

Logadyr T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Institute "Medical Academy named after S.I. Georgievsky"; V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol
cheretaev1956@mail.ru

Lomskov M. — Candidate of biological science, Associate Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow
lomskovma@mail.ru

Lopatina T. — Master's degree student of institute SPINTech, National Research University of Electronic Technology
lopatinatd7@gmail.com

Lyakhmanov D. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University
dm.virger@gmail.com

Magomedov M. — FSBEI HE DSMU of the Ministry of Health of Russia
magomedov90@mail.ru

Majidov R. — FSBEI HE DSMU of the Ministry of Health of Russia
ruslan91@mail.ru

Makarova E. — Candidate of biological science, Associate Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow
lelemakarov@mail.ru

Martsynkovsky S. — Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University) (Razumovsky MSUTM (FCU))
martsynkovsky@yandex.ru

Marunko A. — Government of Russian Federation
marunko.a@yandex.ru

Marychev I. — Postgraduate student, traumatologist-orthopedist, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of N.N. Priorov

Mavrenkov E. — Doctor of Medical Sciences, Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Moscow)
Ehd-Mavrenkov@ya.ru

Medoev V. — Assistant professor, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
vmedoev@yandex.ru

Mikhailov T. — Pediatrician, clinical resident of National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of N.N. Priorov

Mindzaeva E. — Assistant professor, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
amindzaeva@mail.ru

Molodyakov S. — Doctor of technical Sciences, Professor, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University

Mukhina I. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Volga Research Medical University of the Ministry of Health of Russia (Nizhny Novgorod)
mukchinaiv@mail.ru

Murashko D. — Bryansk state engineering-technological University
murashko100500@gmail.com

Musaeva S. — FSBEI HE "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation
musaeva_dgmu@mail.ru

Okhlupina O. — Candidate Sc. (Phys. and Math.), associate Professor, Bryansk state engineering-technological University
helga131081@yandex.ru

Onischenko S. — Doctor of Medicine, Associate Professor of the Department of Surgical Diseases, State-financed Organization "Surgut State University"

Osipova Yu. — Doctor of Medical Sciences, FSBEI of HE "Saratov State Medical University" named after V.I. Razumovsky
osipova-sgmu@mail.ru

Osmanova A. — Candidate of Medical Sciences, FSBEI HE DSMU Ministry of Health of Russia
asiyat.abdulbasirovna@mail.ru

Pavlov D. — Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Pechenkina N. — Candidate of Medical Sciences, FGBOU VO Kirov State Medical University of the Ministry of Health of Russia
doktor_nat@mail.ru

Petrash D. — Kursk State Medical University
petrash.denis2017@yandex.ru

Popov I. — Government of Russian Federation
ilya.pop.2014@yandex.ru

Potapov I. — Master's Student, ITMO University
ilyaros@yandex.ru

Reshetnik G. — PhD, Associate Professor, Institute "Medical Academy named after S.I. Georgievsky"; V.I. Vernadsky Crimean Federal University
reshetnikgv@gmail.com

Rodionov N. — Graduate student, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk
nikrodionov411@gmail.com

Rozlomiy N. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Institute of Forestry and Forest Park Management, Primorsky State Agricultural Academy (PSAA), Ussuriisk
boss.shino@mail.ru

Rykhlevich A. — Applicant, Academy of Postgraduate Education of Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Technologies of FMBA of Russia

Salnikov E. — Associate Professor-Practitioner, Financial University under the Government of the Russian Federation
EASalnikov@fa.ru

Samokhin G. — Senior Lecturer of the Faculty of Geography, Institute "Tauride Academy" V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol
gen-samokhin@yandex.ru

Sataieva T. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Institute "Medical Academy named after S.I. Georgievsky"; V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol
tanzcool@mail.ru

Semeleva E. — Doctor of Medical Sciences, N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Medical Institute
shtanina37@mail.ru

Shapilov A. — Postgraduate student of the Department of Surgical Diseases, State-financed Organization "Surgut State University"
shopil348@gmail.com

Shikhavova U. — FSBEI HE "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation
Shikhvova@mail.ru

Shuvalova O. — PhD (Medicine), Surgut state University, Surgut
shuvalova78@mail.ru

Shuyskiy A. — PhD, traumatologist-orthopedist of National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of N.N. Priorov
shuj-artyom@mail.ru

Sidyakin A. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Institute of Biochemical Technologies, Ecology and Pharmacy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol
acid2302@mail

Stepanenko M. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University
ma.stepanenko@gmail.com

Strizhkov V. — Postgraduate student, Federal State Educational Budgetary Institution of Higher Education "Financial University under the Government of the Russian Federation" (Moscow)
218668@edu.fa.ru

Terentev N. — Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
terentiev.nl@edu.spbstu.ru

Tihonov K. — Graduate student, Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University
y94@bk.ru

Tikhonov M. — Cand. Sc. (Technology), associated professor of institute SPINTech, National Research University of Electronic Technology
kurotenshi91@yandex.ru

Tkachenko E. — Pediatrician, Multidisciplinary medical center "Mediass-K"
tkachenko.ekaterina22@yandex.ru

Toichkin N. — Candidate of technical sciences, Murmansk Arctic state university, Apatity
toichkin@list.ru

Totikov V. — Dr. med., professor, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
vz-totikov@mail.ru

Totikov Z. — Dr. med., professor, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
z-totikov@mail.ru

Tutolmin V. — Surgeon, State-financed Organization "Surgut District Clinical Hospital"

Ulubekova A. — FSBEI HE DSMU of the Ministry of Health of Russia
asiyat97@mail.ru

Yadryshnikov O. — Senior Lecturer of Department of Automation, applicant, Novosibirsk state technical university (NSTU)
yadryshnikov@corp.nstu.ru

Yarygin P. — Postgraduate student, National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow
yarygin_pavel@mail.ru

Yeliseykina E. — N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Medical Institute
trifan.elena2994@gmail.com

Yunusova Z. — FSBEI HE DSMU Ministry of Health of Russia
zarina1901@mail.ru

Zatsepin V. — Doctor of Medical Sciences, Military Medical Academy named after S.M. Kirov (St. Petersburg)
Zatsepin_vv@mail.ru

Zeynalova G. — FSBEI HE DSMU Ministry of Health of Russia
guzel_2020@mail.ru

Zinoviev E. — N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Medical Institute
zinoviev@yandex.ru

Ziulkina L. — Doctor of Medical Sciences, FSBEI of HE "Penza State University"
larisastom@yandex.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).